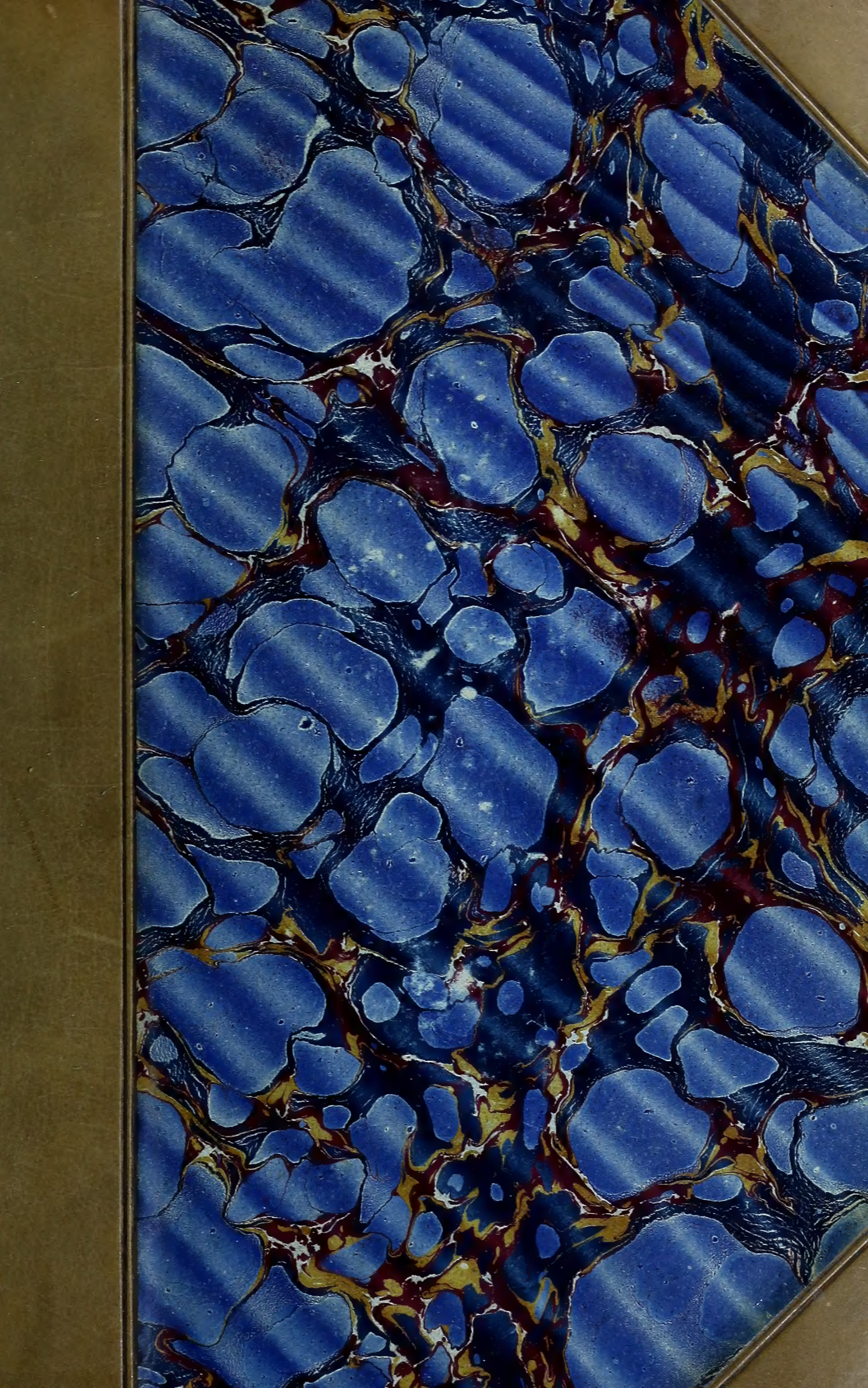
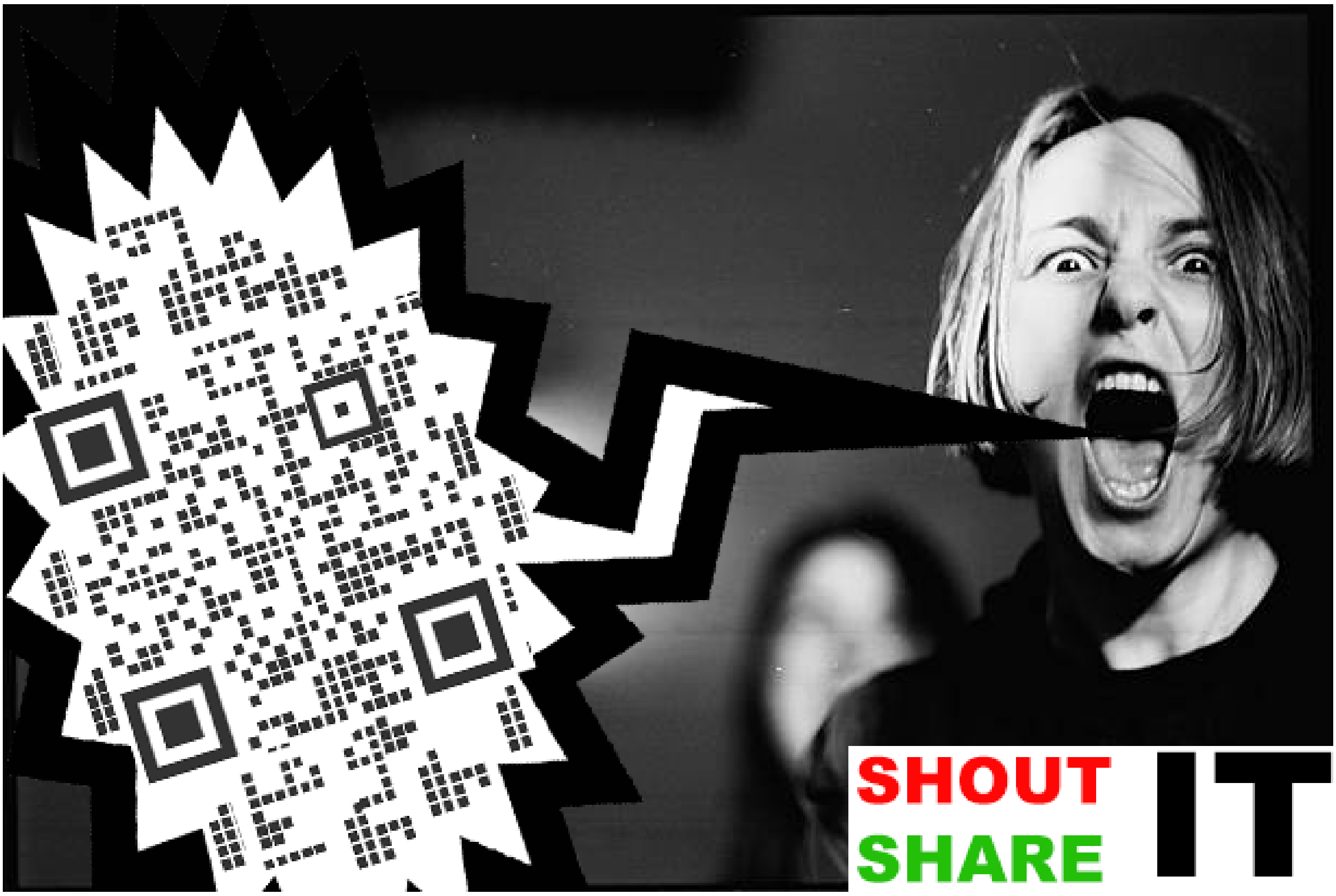



SHOUT
SHARE
IT

S.416.

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES
SIXIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

BOTANIQUE

COMPRENANT

L'ANATOMIE, LA PHYSIOLOGIE ET LA CLASSIFICATION
DES VÉGÉTAUX VIVANTS ET FOSSILES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. J. DECAISNE

TOME VII

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain et rue de l'Éperon
EN FACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
1878

ANNALES
DES
SCIENCES NATURELLES

BOTANIQUE

RECHERCHES
SUR
LES DÉPAZÉÉES

Par M. Louis CRIÉ.

Sous le titre de Dépazéées, je comprends les plus humbles Pyrénomycètes qui pullulent sous toutes les latitudes et dont l'infinie petitesse égale l'infinie diffusion (1).

Confondues jusqu'aujourd'hui avec les parasites épidémiques « *orbis cognoscendi graves incolæ* (2) », celles des Dépazéées que j'ai qualifiées d'*automnales* diffèrent essentiellement des PUCCINIA, ÆCIDIUM, ERYSIPHE, etc., qui ne naissent, où on les observe, *qu'accidentellement*. Nos sphéries, au contraire, sont autant d'entités liées à telle période de la vie végétative, et quiconque les observe attentivement reconnaît qu'elles se développent sous l'influence de conditions complexes universellement répandues. L'apparition de ces êtres constitue un phénomène qui s'accomplit à son temps : l'automne est leur printemps, l'hiver est leur été. Dans nos pays tempérés, l'automne s'annonce par le retour de nombreuses espèces : les peupliers, les érables, les tilleuls, les poiriers, etc., présentent sur leur feuilles des *Depazea*, qui les épuisent et accélèrent leur chute. J'ai dû reconnaître que la végétation automnale doit, en *partie*, aux teintes multiples des Dépazéées ses nuances polychromes, avant-coureurs certains de la chute des feuilles. Lorsque celles-ci jonchent le sol, nous foulons aux pieds des milliers de spores nées au sein d'appareils qui les produisent avec une énergie sans égale. Je vise surtout ici les spermaties, que je tiens pour le terme initial d'un cycle organique, définitivement complété vers la fin de l'hiver. Dans ma pensée, la tache du *Depazea* devient un petit thalloïde polycarpique, extrêmement remarquable par le phénomène de cohabitation dont il est le siége.

---

(1) Dans leur magnifique ouvrage : « *Selecta fungorum carpologia*, ea documenta et icones potissimum exhibens quæ varia fructuum et seminum genera in eodem fungo simul aut vicissim adesse demonstrent, junctis studiis ediderunt L. R. Tulasne et C. Tulasne. » — 3 vol. in-4. MM. Tulasne n'ont eu en vue que les Pyrénomycètes supérieurs ; relativement aux êtres qui nous occupent, les célèbres mycologues s'expriment en ces termes : « Ingenue fatemur, nos in fungos specie nobiliores animum occupatum sæpius habuisse. »

(2) Ehrenberg, *De Mycetogenesi*, Nov. act. nat. cur., t. X, pars II, p. 162.

En effet, si je n'eusse pas saisi les rapports si intimes qui existent entre ces divers types associés, j'eusse assurément méconnu un des points essentiels dans leur histoire biologique. Il ne suffisait pas non plus d'indiquer cette mutuelle dépendance des organismes ; il fallait encore reconnaître dans quel ordre apparaissent ces sphéries et établir la signification physiologique de leur polymorphisme.

Certaines Dépazéées, dont je suis scrupuleusement chaque année le développement, ne m'ont pas encore, il est vrai, offert de types ascophores; de cet insuccès, dû sans doute à des investigations incomplètes, il ne s'ensuit pas que je doive nier le dualisme chez ces espèces. Je suis loin, en effet, de souscrire à l'avis de mycologues éminents qui ont avancé que, chez les Urédinées, quelques *Trichobasis* ne possèdent pas de Puccinies respectives, parce que l'on n'a jamais pu trouver ces *Trichobasis* associés avec un *Puccinia*.

Je sais bien quelles recherches m'a coûtées la découverte des périthèces du *Depazea Decaisneana*, que j'ai pu connaître seulement après quatre années d'investigations assidues.

Certaines formes, il faut l'admettre, appartiennent à la même série du développement d'une Dépazéée ; cette assertion est fondée sur le fait constant de la cohabitation ou de la précession sur les mêmes taches des divers appareils associés, en un mot, sur la continuité organique. Chacun de ces Pyrénomycètes est un être complexe, possédant des organes multiples de reproduction. Avec ses taches polycarpiques, le *Depazea* me semble l'analogue de certaines plantes supérieures, telles que la Dentaire, les Ornithogales, les Lis et plusieurs autres, qui portent simultanément ou successivement : 1° des fruits provenant de l'ovaire fécondé, correspondant aux appareils ascophores du *Depazea ;* 2° d'autres organes reproducteurs, dits bulbilles, disséminés le long des tiges, à l'aisselle des feuilles, et comparables aux spermogonies de la sphérie. L'étude de la germination des mêmes organismes prouve, d'ailleurs, que les rapprochements que nous cherchons à établir entre des êtres qui représentent les termes extrêmes de la série végétale ne sont pas sans fondement.

Tout en étudiant ces phénomènes de cohabitation et de précession chez les *Depazea*, une sévère organogénie et une étude minutieuse des détails d'organisation me permirent de saisir la véritable physionomie de choses, alors inaperçue. Nous savons maintenant que le stylospore des *Sphæropsis* devient une entité, susceptible de nous offrir dans les *Diplodia* une supériorité décisive ; de même que les *Rhabdospora*, *Ascospora*, etc., ne constituent, en réalité, que les états jeunes des *Septoria cloisonnés*. Que le *Diplodia* multiplie ses cloisons, il devient un *Hendersonia ;* qu'il émette des cils apicilaires, il devient un *Pestalozzia*. J'ai souvent été tenté de comparer ces arrêts de développement aux métamorphoses incomplètes que nous offrent, dans le règne animal, certaines classes d'insectes ; toutefois, je n'ignore pas que les *Gloeospora*, *Sphæropsis*, *Rhabdospora*, etc., essentiellement perfectibles, arrivent à l'état que j'appellerais volontiers leur état parfait, bien plutôt par des transformations que par des métamorphoses.

Ainsi disparaît pour faire place à des convictions nouvelles, l'opinion qui considérait ces êtres comme autant de productions autonomes ; c'était le fruit de recherches exclusivement anatomiques. Grâce aux études morphologiques, nous arriverons à posséder le secret de la transformation de ces organismes. De ce côté est l'avenir de la mycologie.

Puisque l'occasion s'en offre, je n'omettrai point de faire observer que le développement des stylospores des Dépazéées au sein de leurs pycnides ne diffère pas sensiblement de celui des stylospores des *Phragmidium* groupés en sores. Pour s'en convaincre, il suffit d'étudier, vers la fin de l'été ou pendant l'automne, la genèse des *Phragmidium*, Lk.

Leur stylospore présente d'abord l'aspect d'une cellule sphérique à protoplasma incolore et légèrement granuleux ; ces cellules s'allongent peu à peu ; en même temps, le protoplasma se fractionne ; chaque fraction s'accentue et la spore mûre devient finalement pluriloculaire. De telle sorte que nous trouvons dans le même sore : des spores sphériques ou subsphériques jaunes et brunes, et des spores uni- et pluriseptées, diversement mélangées. Un sore de Phragmidie réunit à la fois des éléments que les mycologues ont considérés, à tort-selon moi, comme autant d'individualités nettement caractérisées. La distinction de ces stylospores en : *Uromyces*, Lk., *Puccinia*, Pers., *Triphragmium*, Lk., *Phragmidium*, Lk.; aussi bien que celle des stylospores des *Depazea* en : *Gloeosporium*, *Sphæropsis*, *Diplodia*, *Hendersonia*, *Pestalozzia*, ne repose que sur la prépondérance de l'un ou l'autre de ces états dans un sore ou dans une pycnide.

Considéré à diverses époques, un sore de Puccinie présente toujours, outre ses spores biloculaires qui dominent, d'autres éléments uni- ou pluriloculaires. En étudiant attentivement un sore d'*Uromyces*, on reconnaît également que les spores uniloculaires sont mêlées avec d'autres fruits bi- ou pluriloculaires. Or, si l'organisation de ces êtres tend à se rapprocher de celle des *Phragmidium*, leur expression ultime, les *Uromyces* ne seraient pas des *Puccinies uniloculaires*, ainsi que L. Marchand les appelait, mais bien des *Phragmidies uniloculaires ;*

de même que les Puccinies ne représenteraient que des *Phragmidies biloculaires*, et les *Triphragmies* des *Phragmidies à loges agglomérées*. Il s'ensuit que les *Phragmidium* chez les Urédinées, et les *Pestalozzia* chez les Dépazéées, nous offrent, dans leur développement, l'exemple d'un remarquable parallélisme : les *Uromyces*, *Puccinia*, *Triphragmium* sont bien réellement aux *Phragmidium* ce que les *Sphæropsis*, *Diplodia*, sont aux *Hendersonia* ou aux *Pestalozzia*. Telle est l'histoire du développement de ces êtres ; mais ce qui m'a encore puissamment aidé à saisir la physionomie générale des choses, c'est l'étude jusqu'aujourd'hui totalement négligée de leurs altérations et déviations organiques. Tout récemment, en effet, j'ai découvert, dans des conceptacles recueillis sur les feuilles d'un Camellia, des stylospores extrêmement curieux, qui tiennent à la fois des *Diplodia* et des *Pestalozzia*.

Les mêmes pycnides m'ont également offert des stylospores à loges agglomérées; cette découverte justifie pleinement notre assertion relative aux spores des Triphragmies, à savoir que ces dernières ne sont que des Phragmidies à spores agglomérées. Il existe donc également, chez les *Dépazéées*, des stylospores spéciaux, qui sont aux Pestalozies ce que les Triphragmies sont aux Phragmidies.

J'ai pu faire aussi quelques remarques sur la déviation des cloisons dans les septories, les stylospores et les spores endothèques. Que les cloisons soient normales ou déviées, elles obéissent toujours aux mêmes lois d'évolution ; que l'endospore s'allonge horizontalement, verticalement ou obliquement ; que la cloison déjà formée se dédouble pour donner naissance à de nouvelles cloisons ; c'est la nature qui multiplie les surfaces dans les spores, qui transpose, double, dédouble ou atrophie les cloisons et les cils apicilaires ; c'est elle enfin qui, toujours ingénieuse, se plaît à diversifier à l'infini les plus infimes de ses œuvres.

Je dois signaler en passant les cas si curieux de prolification que présentent, par suite de la multiplication ou de la répétition exagérée des cloisons, les stylospores d'un *Phragmidinm*

(*Phragmidium obtusum*), que j'ai eu occasion d'étudier maintes fois à l'automne sur les feuilles de notre Quintefeuille (*Potentilla reptans*, Lin.), aux environs de Sillé-le-Guillaume (Sarthe). Chez cette espèce, les spores paraissent susceptibles de se prolifier, sans qu'il soit possible d'assigner un terme à cet accroissement. Le nombre des loges est extrêmement variable, et Fuckel se méprend à leur égard, en les figurant divisées par quatre cloisons (1). A ses yeux, la Phragmidie des Potentilles serait caractérisée par des stylospores triloculaires. Cette manière de voir s'évanouit aussitôt devant les résultats fournis par une sévère organogénie; des études morphologiques répétées chaque année à l'automne, dans divers pays, attestent que les fruits du *Phragmidium obtusum* sont multiloculaires, le nombre des loges qui entrent dans la composition du stylospore étant d'ailleurs extrêmement variable (2).

Un autre cas tératologique non moins curieux nous a été offert par les stylospores des *Uromyces*, qui présentent, à mon avis, la forme initiale des Phragmidies. Chez plusieurs, en effet, l'appendice qui surmonte la spore s'allonge pour engendrer un second corps reproducteur identique au premier (3).

Les lignes précédentes démontrent pleinement, ce semble, qu'il existe, chez les Pyrénomycètes les plus infimes, des cas de prolification qui rappellent ceux depuis longtemps signalés chez plusieurs plantes supérieures.

Les questions relatives à la germination des stylospores et des spores endothèques ont été, de ma part, l'objet de recherches non moins assidues. Dans les deux cas, ce sont toujours des spores *asexuées* qui se prennent à germer. Placées sur une surface humide, elles engendrent fréquemment des corpuscules sphériques de un à deux millièmes de millimètre. Ces derniers, issus de filaments relativement courts, rappellent à l'esprit les plus ténues des spermaties et des stylospores supportés par leurs basides. Ce mode si particulier de germination avait été déjà fort bien apprécié chez les Discomycètes par M. Tulasne ; mais je me hâte d'ajouter que, dans l'état actuel de nos connaissances, il ne me semble pas possible de prévoir le rôle que les corpuscules spermatiformes ont à remplir dans la germination de la spore.

---

(1) Voy. Fuckel, *Symbolæ, mycologicæ*. Tab. 2, fig. 18.

(2) Voy. pl. 4, fig. 9'.

(3) Voy. pl. 5, fig. 11'.

Plus tard, j'ai vu ces mêmes spores émettre, sur plusieurs points de leur surface, des filaments qui s'allongent, se ramifient et donnent finalement naissance à un mycélium plus ou moins abondant. Pour obtenir la germination d'une spore, je la sème constamment dans une goutte d'eau distillée, entre la lamelle de mica maintenue humide et le verre porte-objet du microscope. Si simple qu'il paraisse, ce procédé suffit pour obtenir la fructification du mycélium : lorsque le mycélium se prend à fructifier, il se produit sur divers points, là surtout où les branches s'entre-croisent et paraissent s'enlacer, des renflements opaques ou fruits multiples du mycélium.

Quant aux *spermaties des Depazea*, je suis disposé à les considérer, avec MM. Berkeley et Cooke, comme une sorte particulière de spores, mais de spores plus imparfaites que les stylospores et les spores endothèques. Tandis que ces dernières reproduisent un mycélium transitoire identique, les spermaties des *septoria* germent difficilement, et j'avoue ne les avoir jamais surprises à former un mycélium comparable à celui des stylospores et des spores endothèques, qui donnent naissance à des protubérances fructifères (pycnites, périthèces).

Cette germination imparfaite, ou plutôt cette inaptitude à engendrer un mycélium étant admise pour les spermaties des *Septoria*, il ne serait point déraisonnable de penser que leurs spermogonies naissent de filaments mycéliens précoces, produits également par les stylospores et les spores endothèques. Là encore, en voyant chaque spermatie émettre de simples filaments germinatifs, je ne puis me défendre de les assimiler aux bulbilles de quelques plantes cryptogames, qui croissent sans fructifier.

A cette question si importante de la germination des corps reproducteurs des Dépazéées se rattachent les faits suivants, relatifs : 1° à la durée de la faculté germinative dans les stylospores et les spores endothèques ; 2° aux phénomènes chimiques qui se passent dans la spore, à diverses périodes de son développement.

Si les physiologistes, ai-je écrit ailleurs, ont contribué dans ces dernières années à enrichir une des parties les plus intéressantes de l'histoire physiologique de la graine, il est vrai de dire qu'aucunes recherches n'ont été tentées jusqu'à ce jour, en vue de fournir des données précises, sur la durée de cette faculté germinative, chez les spores des Cryptogames en général, et chez celles des champignons en particulier.

Eu égard aux spores de ces derniers, je dois dire que les corps reproducteurs, auxquels MM. Tulasne ont donné le nom de *conidies*, germent d'ordinaire très-vite et paraissent perdre, par une dessiccation prolongée, leur faculté de germer. Il en est de même d'un grand nombre de spores de Mucorinées, d'Urédinées et d'Hyménomycètes. Mais, lorsqu'il s'agit des spores endothèques et des stylospores qui, comme ceux des Pyrénomycètes, sont abrités dans des conceptacles à parois dures et coriaces, le mycologue peut se livrer à une série de recherches fort instructives. A l'aide d'une gouttelette d'eau, il rappelle à la vie tous ces corpuscules desséchés, et il lui est donné de voir l'embryon virtuel de ces spores, plongé pendant longues années dans une profonde léthargie, se réveiller subitement pour se prendre aussitôt à germer. On verra, dans le cours de ce mémoire, que nos expériences nous ont conduit aux résultats suivants :

Des stylospores, conservés depuis plus d'un demi-siècle en herbier, germent aussi facilement que ceux qui ont été récoltés sur la plante nourricière le jour même de l'expérience.

De même aussi que, dans les graines des plantes phanérogames, nous voyons le sucre ou la dextrine s'organiser en cellulose, les matières albuminoïdes se transformer en asparagine ; de même, dans les corps reproducteurs des Dépazéées, il nous est loisible de constater les transformations les plus remarquables, décelées par les réactifs.

Après avoir traité de l'histoire physiologique des Dépazéées, j'ai dû consacrer quelques pages à la recherche de leurs affinités, aussi bien qu'à l'étude de leur distribution géographique. Enfin, dans la dernière partie de ce Mémoire, je me suis occupé de l'étude des espèces. Telles que je les comprends, les Dépazéées présentent, chacune : 1° un type ascophore bien défini ; 2° des appareils multiples à spores acrosporées (spermogonies, pycnides), issues du même mycelium. Je ne parle point de ces nombreuses spores nues ou *conidies*, qui m'ont paru, quoique développées sur l'aire des taches, étrangères au *Depazea*. Le cycle du développement de chaque espèce étant connu, je me suis basé, pour établir mes diagnoses, sur des caractères puisés dans l'organisation même de la spore endothèque.

CHAPITRE I

DÉVELOPPEMENT DES DÉPAZÉÉES

Entre toutes les Sphéries foliicoles, les *Dépazéées* se distinguent aisément par les taches thalloïdes qui servent de support à leurs appareils reproducteurs. Un simple point noir apparaît sur la feuille : c'est l'état naissant du *Depazea*, ou ce que les mycologues ont longtemps désigné sous le nom de *Ectostroma* (1).

---

(1) Parmi les *Ectostroma*, Fries, qu'il m'a été permis d'observer dans

A cette époque, les filaments du mycélium sont nichés dans le parenchyme foliaire qu'ils modifient profondément. Sorte de corps catalytique, la Dépazéée germe dans un sol qui lui est favorable, et son évolution constitue un véritable phénomène d'ulcération, c'est-à-dire d'atrophie avec résorption des granules de la chlorophylle.

La formation d'une matière colorante rouge ou brunâtre est alors un signe manifeste de dépérissement (1), et j'ajoute qu'elle ne peut être un instant confondue avec le principe colorant des jeunes feuilles vernales qui reprennent plus tard leur teinte verte (2).

En effet, la différence entre ces deux phénomènes est essentielle : l'un est pathologique, l'autre est tout physiologique. Lors des colorations hibernale et vernale des feuilles, la chlorophylle s'altère, se dégrade en quelque sorte, par suite de l'abaissement prolongé de la température. Cette époque de l'année est pour le végétal une période de malaise passager, puisqu'une simple élévation de température rendra à la chlorophylle sa teinte verte habituelle. Au contraire, dans les cellules épuisées par les Dépazéées, la chlorophylle est réellement détruite, et l'observation prouve que le liquide pathologique qui nous occupe disparaît complétement après avoir gorgé, pendant un certain temps, les cellules malades.

Privées de leur vitalité, les cellules se dissocient de telle

---

l'ouest de la France, ceux des *Robinia Pseudo-Acacia*, *Mespilus Germanica*, *Tilia Europæa* abondent à l'automne, et je tiens pour certain que ces taches, prétendues stériles, deviennent, après un temps plus ou moins long, le siége d'appareils complexes.

(1) Il résulte des recherches chimiques sur la *matière verte des feuilles*, par M. Fremy, que cette matière verte peut être du phyllocyanate de potasse qui brunit par l'action des acides. Or, sous l'influence des organismes dépazéens qui constituent une sorte particulière de ferment, la chlorophylle des cellules est profondément modifiée. Les découvertes de l'éminent professeur devront nous éclairer un jour ou l'autre, touchant la nature chimique des taches thalloïdes des Dépazéées. Il se peut, en effet, que les zones ou aréoles de nos sphéries retiennent pendant longtemps, outre la matière colorante, de la potasse qui servirait au développement des éléments anatomiques des *Depazea* naissants.

(2) Nous savons que ce principe colorant existe seulement dans les cellules épidermiques.

sorte que l'air, introduit dans le parenchyme, communique aux Dépazéées un teinte grisâtre ou d'un blanc souvent éclatant. La décoloration du centre de la tache dans nos sphéries foliicoles n'est pas produite, ainsi que le pensait M. Léveillé, par les larves de quelques insectes très-petits. Il peut arriver cependant que des larves, notamment celles des Diptères, exercent sur la feuille, en même temps que les *Depazea*, leur action destructive; mais il est toujours facile de distinguer les lacérations sinueuses et érodées qui indiquent le trajet accompli par ces larves dite *mineuses*. Dans un travail récent, j'ai appelé *vides dépazéens* les perforations et les lacérations dues à nos Dépazéées : « *Ea vacua quæ, ut ab insectorum habitaculis* « *distinguantur*, *Depazeensia vacua appellavi* (1). »

---

(1) L. Crié. De *Phyllostictæ cruentæ distributione geographica*, Ann. sc. nat., 5e série, t. XVIII.

Pour ce qui concerne la position des taches sur le support, la coloration et le groupement des conceptacles, voy. mes deux notes qui ont pour titres. 1° Des rapports qui existent entre la structure des feuilles du *Buxus sempervirens*, L, et l'évolution des taches du *Depazea buxicola*, Desm. (Caen, 1873). — 2° Recherches sur divers modes de groupement des périthèces dans quelques pyrénomycètes du genre *Sphæria* (Caen, 1874).

CHAPITRE II

APPAREILS REPRODUCTEURS DES DÉPAZÉÉES

Spermogonies. — Pycnides. — Périthèces.

SPERMOGONIES

MORPHOLOGIE DES SPERMATIES

En faisant une coupe d'une spermogonie, on voit que les corps reproducteurs qu'elle renferme sont engendrés par des cellules particulières qui procèdent des parois du conceptacle (voy. pl. I, fig. 1). Ces parois sont constituées par des cellules polygonales, auxquelles s'associent un nombre prodigieux de granulations extrêmement ténues qui communiquent au tissu un aspect légèrement chagriné.

A l'origine, la spermatie présente une masse protoplasmique très-finement granuleuse, incolore et entourée d'une membrane plus ou moins ténue. (voy. pl. 3, fig. 1, *a*). Traitée par l'iode, on voit aussitôt la jeune spore revêtir une coloration jaunâtre, et il est possible, grâce à ce réactif, d'apprécier l'épaisseur variable de son enveloppe externe. En suivant de très-près l'évolution de la masse plasmique, on reconnaît que les granulations s'accentuent peu à peu et qu'elle finit par se fragmenter là où précisément se formeront les cloisons. Si la spore doit être uniseptée, la division se fait régulièrement en deux parties. De nombreux granules agglomérés et à contours parfois assez distincts pour démontrer qu'il s'agit de corpuscules sphériques, remplissent la spermatie ; et, si on les compare aux granulations primitives, on reconnaît qu'outre leur volume qui a sensiblement augmenté, il s'est opéré, au sein de la même spore, un travail remarquable de condensation des granules protoplasmiques. Grâce à ces derniers, la spermatie forme rapidement ses cloisons, les granulations disparaissent peu à peu et l'on voit les nucléoles se résorber à la longue en un liquide essentiellement cellulaire. Parfois il arrive qu'une partie de la spermatie est encore totalement remplie de granulations, alors que l'autre partie est baignée par le suc cellulaire (voy. pl. 3, fig. 1).

Très-souvent, les nucléoles précités tendent à s'agglomérer pour former çà et là des nucléus finement granuleux, rappelant en miniature le fruit syncarpé des *Morus* (voy. pl. 3, fig. 1,3,5). C'est pendant cette période d'activité du protoplasma que j'ai pu suivre à diverses reprises, chez un bon nombre de *Septoria*, ces mouvements moléculaires rapportés à la catégorie des *mouvements de rotation* ou de *circulation intracellulaire*.

Ces granulations paraissent avoir à peu près le même volume, et, à quelque époque qu'on les considère, elles sont toujours incolores. Traitées par la teinture d'iode, elles ne semblent pas autrement influencées que le liquide au sein duquel elles nagent. Condensés çà et là sur divers points de la spermatie, les mêmes corpuscules disparaissent tôt ou tard et se résorbent dans le liquide cellulaire. Il faut bien se garder de confondre les granulations qui nous occupent en ce moment avec ces corpuscules de nature complexe observés également dans le liquide cellulaire en voie de formation ; ces dernières, en effet, existent parfois en assez grand nombre dans le même liquide, longtemps après la disparition des granules protoplasmiques.

Ce sont, à mon sens, des gouttelettes oléagineuses parfaitement assimilables aux corps de nature huileuse que présentent, dans leur suc cellulaire, les stylospores et les spores endothèques des Dépazéées. Je dois toutefois faire observer que si, chez ces dernières, les corpuscules troublent par leur coloration la masse plasmique, ils sont complétement incolores dans les spermaties des *Septoria*.

Ainsi, tandis que les sphérules granuliformes doivent être considérées comme un état spécial d'agrégation, comme une manière d'être transitoire du protoplasma, au contraire, les gouttelettes (voy. pl. 3, fig, 1 et 2) peuvent être prises pour des produits de désassimilation du protoplasma. Dans les plus volumineuses des spermaties, le protoplasma est entouré d'une membrane appréciable, qui correspond à l'épispore des stylospores et des spores endothèques ; mais, à mesure que le liquide cellulaire perd son homogénéité par suite de la formation de nouveaux éléments de nature muco-granuleuse ou oléagineuse, on ne tarde pas à apercevoir les premiers rudiments d'une seconde enveloppe, qui se forme progressivement aux dépens de la masse protoplasmique.

Complétement développées, les spermaties des Dépazéées offrent des dimensions extrêmement variables : les unes paraissent atteindre de $0^{mm},001$ à $0^{mm},003$, tandis que les autres mesurent en longueur de $0^{mm},030$ à $0^{mm},035$; elles présentent aussi d'innombrables formes parmi lesquelles je dois citer les suivantes :

1° Les Spores ou Spermaties que j'ai appelées *atomiques*. Elles sont extrêmement ténues, hyalines, et les conceptacles, si nombreux sur les feuilles de plusieurs végétaux néo-calédoniens, renferment ces sortes de spores, fort communes du reste sur nos plantes indigènes (voy. pl. 2, fig. 1, 2, etc.).

2° Les *spores linéaires ou aciculaires* (*Spermaties*, *Spermatozoïdes*, Itzighz, *Androphores*, Bayrh.) développées dans des appareils le plus souvent décrits sous le nom de *Septoria*. Les dimensions de ces bâtonnets, courbes ou droits, varient presque à l'infini. Au nombre des plus ténus et des plus courts, on peut citer les corpuscules, si communs à l'automne, dans les conceptacles qui couvrent parfois totalement les feuilles des *Chelidonium majus* et *Ficaria ranunculoides* (voy. pl. 2, fig. 12). Ceux, également très-ténus, du *Septoria Scabiosæ* (voy. pl. 2, fig. 24) ; et il est visible qu'il existe de nombreux intermédiaires entre ces sortes de spores et celles très-allongées et relativement volumineuses du *Septoria Cytisi* (voy. pl. 2, fig. 26) (1).

Il est également digne de remarque que certains d'entre ces éléments sont parfaitement obtus à leurs extrémités chez les *Septoria Piri* (pl. 2, fig. 47); *Septoria Rubi* (pl. 2, fig. 34); *Septoria Populi* (pl. 2, fig. 35); *Septoria Ægopodii* (pl. 2, fig. 19, α, α'); *Septoria Aceris* (pl. 2, fig. 42); tantôt, au contraire, aigus ou aciculés : *Septoria Petroselini* (pl. 2, fig. 14, α, β); *Septoria Hederæ* (pl. 2, fig. 48); *Septoria Morindæ* (pl. 2, fig. 25).

Quant aux éléments diversement cloisonnés que les mycologues considéraient autrefois comme distincts des spores non divisées, ils ne représentent le plus souvent que les spermaties précédentes complétement développées. Il ne serait pas logique d'accorder quelque valeur aux divers modes de superposition des cloisons, dont le nombre et la forme varient suivant l'âge, et, peut-être aussi, suivant certaines influences saisonnières et climatériques. Je ne saurais donc voir dans ces cloisons, — comme l'ont prétendu certains mycologues, — des sporules superposées, lesquelles, d'après leur prétendue forme cylindrique, ovoïde ou sphérique, ont donné lieu à la distinction des *Euseptoria*, Mont. (2), *Ascospora*, Mont., *Rhabdospora*, Mont., établis aux dépens des *Septoria* (3), Fr.

Ainsi, les *Euseptoria* seraient caractérisés par des sporules cylindriques ou tronquées ; les *Ascospora* (4) par des sporules globuleuses, et les *Rhabdospora* par l'absence de cloisons (5). Mais, je le répète, rien ne légitime cette manière de voir ; car l'analyse microscopique y fait découvrir une organisation qui n'a point été convenablement appréciée.

---

(1) Ces éléments, que je tiens pour les plus volumineux des spermaties des Dépazéées, atteignent en longueur de $0^{mm},040$ à $0^{mm},045$.

(2) Montg., *Ann. sc. nat.*, t. II (1849), p. 47. *Phlæospora*, Walh.

(3) *Ascochyta*, Lib., *Spilosphæria*, Rbh., etc.

(4) Montgn. non Fries.

(5) Quant aux caractères tirés de la forme des prétendues sporules cylindriques ou globuleuses, je crois inutile d'en discuter la valeur puisque, comme on peut s'en convaincre, la forme du protoplasma varie suivant le rapprochement des cloisons.

L'histoire biologique de ces êtres est cependant des plus curieuses, et je ne saurais omettre d'indiquer les ressources précieuses que présentent certains réactifs, tels que l'iode et l'éther, lorsqu'il s'agit de décider si telle spermatie est pourvue ou dépourvue de cloisons.

Pour se convaincre que les éléments dont il s'agit présentent, aux diverses phases de leur vie, de notables différences dans la condensation et la division de la masse protoplasmique, il suffit de les étudier chez le *Septoria piricola*, Desm.

Les spermaties de cette sphérie sont bien connues par leur forme arquée à extrémités très-nettement obtuses; on peut les observer au commencement de l'automne et les retrouver, chaque année, dans des sphérules atomiques, éparpillées sur des taches d'un blanc métallique. Ces spermaties, vues sous un grossissement de 450 diamètres, présentent une masse protoplasmique à granulations très-ténues, plus ou moins accentuées (voy. pl. 3, fig. 1, α, β). Quelquefois, il arrive que les corpuscules se rassemblent, de façon à former dans la spermatie des amas sphériques régulièrement espacés (voy. pl. 3, fig. 1, γ), et j'ai vu maintes fois ces granulations se résoudre en une seule gouttelette, comme je les ai représentées (pl. 3, fig. 1, δ).

Plus tard, si l'on soumet à un nouvel examen les mêmes conceptacles du *Septoria piricola*, la masse protoplasmique paraît fractionnée en deux parties (voy. pl. 3, fig. 1, 2) ; enfin, les deux spermaties que j'ai figurées (pl. 3, fig. 1, ζ) représentent l'aspect sous lequel j'ai le plus fréquemment observé ce *Septoria*.

Au total, il ressort des faits précédemment exposées, que les *Euseptoria*, *Ascospora*, *Rhabdospora*, etc., ne sont en réalité que les états jeunes des *Septories cloisonnées* (1).

Les Septories ne constituent pas d'ailleurs les seules Spermogonies des Dépazées. Il en est d'autres qui, engendrées par un mycélium issu des stylospores ou des spores endothèques, précèdent, sur les mêmes taches, les types ascophores des Dépazéées. C'est par centaines et sous les noms les plus divers que les formes infinies des Septories et de leurs alliées pullulent dans les collections mycologiques. Au milieu de ce chaos presque inextricable, rien ne paraît réellement plus difficile qu'une étude collective de ces êtres. Cependant les recherches morphologiques auxquelles je me livre depuis nombre d'années, m'ont permis d'établir avec certitude les grands groupes suivants.

---

(1) Les septories cloisonnées deviennent irrégulières lorsque les cloisons se fixent à l'une des extrémités de la spore.

GROUPE DES SEPTORIA.

Telles que je les comprends, les *Septoria*, Fries, peuvent être définis : des *Spermogonies à spores hyalines, linéaires, baculiformes, droites ou courbées et finalement septées*. Se rattachent à ce groupe les genres suivants dont les éléments ne constituent que des spermaties incomplètement développées.

Rhabdospora,	Dur. et Mntg. Fl. d'Alg.
Ascospora,	Fries.
Ascochyta,	Lib.
Euseptoria,	Dur. et Mntg.
Spilosphæria,	Rabenh.
Leptothyrium,	Wallr.
Cheilaria,	Desm.
Phlyctema,	Desm.

GROUPE DES DISCOSIA.

Connaissant l'organisation des Septoria, les *Discosia*, Fries, peuvent être définies : des *Septoria à spores 2-ciliées*.

Primitivement, leurs spores présentent un protoplasma plus ou moins granuleux et des appendices rudimentaires qui, en se développant, donnent naissance à de longs cils allongés égalant ou surpassant la longueur de la spore. Cette dernière offre finalement une ou plusieurs cloisons se formant comme dans les septories, aux dépens de la masse protoplasmique.

Les *Darluca*, Cast., ne sont elles-mêmes que des *Septoria* *à spores multiciliées.* Leurs spores, le plus souvent simples, présentent aux extrémités deux faisceaux de cils très-ténus et fort nombreux, qui les égalent à peu près en longueur; souvent ces faisceaux pénicilliformes sont remplacés par deux cils terminaux. Si nous suivons de très-près et en détail le développement des spores des *Darluca*, elles nous offrent deux mamelons terminaux, hérissés de petits tubercules ou pointes qui, en s'allongeant, constituent les faisceaux de cils caractéristiques de la spore. Accidentellement, un seul mamelon apparaît, et son développement exagéré est constamment balancé par l'avortement des autres mamelons ciliaires. Dès lors, l'organisation de cette spore anormale nous ramène vers les *Discosia*. Nous constatons également dans le même conceptacle la présence de spores que nous pouvons rapporter à la fois aux *Discosia* et aux *Darluca*.

GROUPE DES DILOPHOSPHORA.

Les *Dilophosphora*, Desm., qui ne diffèrent des *Darluca* que par la nature de leurs cils, pourraient être définies : des *Darluca à spores ciliées et à cils rameux.*

Les *Ypsilonia*, Lév., très-voisines des *Dilophosphora*, ne sont réellement que des *Septoria* à spores simples, allongées, bifurquées et à trois cils.

GROUPE DES PHYLLOSTICTA.

Les spores des *Phyllosticta*, Pers., représentent, à mon avis, les plus ténues des spermaties des Dépazéées. Elles ont été considérées, au gré des auteurs qui les ont décrites isolément, tantôt comme des stylospores, tantôt comme des spermaties.

En raison de leur exiguïté, j'ai cru devoir les conserver parmi les Spermaties. Si, comme le pensent MM. Cooke et Berkeley, les spermaties ne sont que des sortes particulières de spores, il serait préférable d'appliquer le nom de stylospores à tous les éléments acrosporés des Dépazéées.

Quant aux *Phyllosticta*, on peut les définir : des *Spermogonies à spores ovoïdes atomiques, douées de motilité*. Leurs spermaties, que nous avons coutume de mesurer aux dix millièmes de millimètre, ne présentent pas, comme on l'avait pensé, seulement des mouvements moléculaires ou Browniens, mais encore d'incontestables mouvements de translation sur le champ du microscope (1). Des expériences plus récentes m'ont permis de déterminer la durée de cette motilité des spores, en même temps que je m'efforçais de rechercher quelles impressions les agents extérieurs peuvent produire sur leurs mouvements. Si l'on soumet à l'examen microscopique, sous un grossissement de 500 l. une coupe d'un conceptacle du *Septoria incondita* ou de diverses Phyllostictes, on voit de nombreuses basides simples supporter autant de spermaties qui tapissent l'intérieur de la cavité conceptaculaire. Ces corpuscules paraissent atteindre en longueur 1 ou 2 millièmes de millimètre ; puis, on ne tarde pas à reconnaître, qu'après s'être séparées de leurs basides, les spermaties sont douées de mouvements très-manifestes. Les unes portent successivement à gauche et à droite leurs deux pointes opposées, de telle sorte que la spore paraît mue d'un mouvement des plus appréciables. Les autres offrent plutôt un véritable mouvement d'oscillation, en ce sens qu'une des pointes est animée d'un mouvement comparable à celui d'un pendule, alors que la pointe opposée demeure presque immobile. Enfin, il en est qui présentent sur le champ du microscope un véritable mouvement de translation ; l'observateur peut voir ces corpuscules décrire des courbes plus ou moins sinueuses, tout en portant successivement à gauche et à droite leurs deux pointes opposées. Ce mouvement de translation est généralement assez vif, saccadé, et il arrive, qu'en se déplaçant la spermatie exécute sur elle-même un tour complet, de façon à présenter à l'observateur une seule pointe. Je suis arrivé à déterminer approximativement la durée de la motilité chez ces êtres. Immédiatement après s'être séparées de leurs basides, les spermaties exécutent très-vivement ces mouvements de trépidation et de rotation souvent compris dans les mouvements plus généraux de translation de la spore. Puis, on les voit cesser après un temps relativement assez court. Quant à la lumière, elle ne m'a paru exercer sur elles aucune action sensible. Devenues immobiles, j'ai essayé, à l'aide de quelques réactifs, d'imprimer aux spermaties de nouveaux mouvements ; mais je déclare qu'après de nombreuses tentatives il m'a été impossible de réveiller chez elles le principe de motilité qu'elles possèdent aussitôt après leur séparation des basides. J'assimilerais volontiers ces mouvements à ceux que nous présentent les zoospores des Algues.

---

(1) V. L. Crié, *Recherches sur la motilité des spermaties Dépazéennes* (Bullet. Soc. Linn. de Norm., 3ᵉ sér., t. I).

PYCNIDES.

MORPHOLOGIE DES STYLOSPORES

C'est par une étude organogénique longtemps suivie des stylospores des Dépazéées que j'ai pu reconnaître la véritable nature de toutes ces productions qui pullulent, dans les exsiccata mycologiques sous les noms de : *Glœosporium*, *Sphæropsis*, *Phoma*, *Diplodia*, *Hendersonia*, etc. Les détails dans lesquels je vais entrer prouveront, je l'espère, que la plupart des spores des *Glœosporium* et des *Sphæropsis* représentent réellement les états préformatifs, ou, si l'on veut, les états jeunes des *Diplodia* et des *Hendersonia*. En rapprochant l'organisation initiale des *Glœosporium* de celle des *Diplodia*, on voit qu'elle n'en diffère pas sensiblement. Dans les deux cas, ce sont toujours les mêmes corpuscules issus de basides plus ou moins longues dilatées à leur sommet, qui s'amincit peu à peu à mesure que le stylospore s'allonge. L'identité de structure initiale des *Glœosporium* et des *Diplodia* est des plus évidentes ; et il suffit de se livrer à des études morphologiques persévérantes, pour se convaincre que le stylospore du *Glœo-*

sporium est susceptible d'un développement ultérieur. J'ai suivi à plusieurs reprises l'évolution des stylospores du *Glœosporium Robergei*, Desm., pycnide assez commune à l'automne sur les feuilles de nos arbres forestiers. Ses conceptacles apparaissent sous la forme de petits points noirs atomiques, assez rares et inégalement éparpillés sur l'aire des taches. Soumis à l'examen microscopique, ils montrent des stylospores à peu près sphériques, réguliers et supportés par des basides aussi longues qu'eux. Quelques stylospores paraissent remplis d'un protoplasma homogène ; dans les autres, au contraire, les granulations protoplasmiques sont plus grosses et plus inégales. Parmi ces spores, quelques-unes présentent un nucléus visiblement central, dû à l'accumulation de la masse plasmique au centre du stylospore. Tantôt ce nucleus paraît formé d'une myriade de nucléoles très-ténus, rappelant ceux dont j'ai signalé l'existence en traitant des *Septoria;* tantôt, le même nucléus se présente sous l'aspect d'une masse homogène centrale.

Cette condensation de la masse protoplasmique au centre du stylospore fixa plus particulièrement mon attention, lorsque j'eus observé que dans ces stylospores la membrane externe tend à devenir distincte de la masse plasmique. En examinant de nouveaux conceptacles de *Glœosporia* je constatai, au milieu des stylospores à nucléus nettement central, la présence d'autres spores chez lesquelles la masse protoplasmique était à peu près également répandue. Plus tard il me fut possible de faire quatre parts des stylospores issus du même conceptacle :

1° Des stylospores hyalins à *protoplasma* plus ou moins granuleux ;
2° Des stylospores offrant un nucléus visiblement central ;
3° Des stylospores à nucléus plus ou moins coloré ;
4° Des stylospores biloculaires.

Les lignes précédentes prouvent, ce semble, que les plus simples des stylospores des *Depazea*, ceux des *Glœosporium* par exemple, conduisent graduellement à l'organisation des stylospores cloisonnés. Or, si les *Glœosporium* constituent l'état jeune des stylospores cloisonnés, on peut en dire autant des *Sphæropsis* et des *Phoma*, dont les conceptacles m'ont offert tout les états, depuis la spore initiale, ovoïde, à protoplasma muco-granuleux des *Glœosporia*, jusqu'au stylospore cloisonné des *Diplodia*. D'ailleurs, le fait de cohabitation des stylospores diversement développés dans les pycnides des *Diplodia*, paraît tout à fait favorable à notre thèse. Étudiée à diverses époques, une pycnide de *Diplodia* présente les éléments suivants :

1° Des stylospores remplis d'un plasma de nature finement granuleuse;

2° Des stylospores offrant une masse centrale nettement condensée;

3° Des stylospores plus allongés, remplis de matières colorantes et souvent pourvus, vers leurs extrémités, de deux gouttelettes d'apparence oléagineuse;

4° Des stylospores plus foncés, uniseptés, dont quelques-uns ciliés;

5° Un certain nombre de stylospores pluriseptés.

1° GROUPE DES DIPLODIA.

Ces mêmes *Diplodia* peuvent être pris pour type des pycnides des Dépazéées.

Je considère les *Diplodia* Fr. comme des pycnides à spores oblongues ou elliptiques, obtuses, colorées et uniseptées, à loges unipores. Ayant précédemment établi que les jeunes stylospores des *Diplodia* ne diffèrent pas de ceux des *Glœosporia* et des *Sphæropsis*, il me reste quelques mots à dire touchant l'organisation du stylospore adulte. Primitivement hyalin et de nature muco-granuleuse, le stylospore du *Diplodia* montre peu à peu des granulations qui peuvent être considérées comme des produits de désassimilation du protoplasma. Ces corpuscules de nature huileuse paraissent, dans certains cas, contribuer à la coloration de la spore. Dès lors, les deux membranes (épispore, endospore) s'accentuent peu à peu, et l'on voit apparaître, quelquefois avant la formation des cloisons, ces corps sphériques, colorés, et diversement localisés, dont les mycologues n'ont point su jusqu'aujourd'hui apprécier la véritable nature. Les corpuscules que j'ai en vue peuvent être situés au centre ou vers les pôles de la spore ; ailleurs, ils se localisent à une extrémité du stylospore dépourvu de cloison. Telles sont, dans cet état, les productions qui se développent non-seulement sur les taches des Dépazéées, mais encore sur les tiges et les rameaux des végétaux, et représentées si nombreuses sous le nom de *Phoma* dans les herbiers mycologiques. Aux yeux des mycologues descripteurs, les *Phoma* sont caractérisées par des spores oblongues renfermant deux gouttelettes globuleuses (*sporules*, Desm.) situées vers leurs extrémités (*sporidies bimaculées*, Corda). Les sporules, comme les appelait Desmazières, ne sont réellement que des gouttelettes de nature huileuse, qu'il est facile, en brisant la spore, de rendre libres sur le champ du microscope. Ces masses sphériques existent non moins évidentes dans les spores plus parfaites et uniseptées des *Diplodia*, que Fries considérait comme des asques didymes à deux sporidies : « *asci elliptico-oblongi*, *didymi*, *sporidiis binis referti*. » Or, la nature de ces masses sphériques, si nettement localisées dans les *Diplodia*, paraît avoir été jusqu'aujourd'hui méconnue ; il suffit en effet de suivre attentivement le développement du stylospore pour voir ce que sont réellement les prétendues sporules ou sporidies. Bien différentes des globules oléagineux des *Phoma*, que l'observateur peut déplacer et isoler à son gré sur le champ du microscope, les masses sphériques sont évidemment fixées au centre de chaque loge. Lors de la germination de la spore ces corpuscules deviennent très-apparents ; ils ressemblent tout à fait aux spores ou oscules dont M. Tulasne a signalé l'existence dans les spores des *Uromyces*, des *Puccina* et des *Phragmidium* (1). Mais, tandis que chez ces spores d'Urédinées l'endospore se fait jour au travers des pores et s'allonge en un filament-germe, j'avoue qu'il ne m'a pas été possible d'observer rien de semblable dans les stylospores des *Diplodia.* Je n'hésite pas, cependant, à considérer ces sphérules comme des *cavités creusées dans l'épaisseur des deux membranes de la spore;* et, lorsque dans les spores colorées de *Diplodia*, il m'est donné de voir les matières colorantes et oléagineuses s'accumuler dans ce réservoir central, je ne puis me défendre de comparer ces stylospores aux graines oléagineuses du Ricin et de plusieurs autres plantes, chez lesquelles la matière grasse est destinée à fournir les matériaux dont a besoin pour s'accroître le végétal germant.

---

(1) L. R. Tulasne, *Mémoire sur les Urédinées et les Ustilaginées* (Ann. sc. nat., 4e sér., t. II, p 77).

2° GROUPE DES HENDERSONIA

Les *Hendersonia*, Berk, peuvent être définis des *Diplodia à spores pluriseptées, dépourvues de cils.*

L'organisation initiale est identique chez ces deux sortes de stylospores, jusqu'au moment où l'endospore, se repliant sur divers points diamétralement opposés, donne naissance aux cloisons. Par une manœuvre délicate, qui consiste à faire glisser la lamelle de mica sur la spore soumise à l'examen microscopique, les cloisons apparaissent à l'observateur comme autant de cercles parallèles (Voy. pl. III, fig. 19), mais il arrive que ces cloisons se transposent diversement, ce qui constitue de véritables déviations du type. Tantôt, leur obliquité par rapport à l'axe de la spore est des plus appréciables (Voy. pl. III, fig. 22), ou bien, c'est vers les pôles que les cloisons semblent se fixer (pl. III, fig. 21 α). Quelquefois la courbure des deux cloisons est des plus évidentes, et il se peut que la déviation reproduise une sorte d'ellipsoïde emboîté dans la spore (pl. III, fig. 23). Très-souvent aussi il m'a été donné de voir cette déviation accentuée amener l'irrégularité de la spore (pl. III, fig. 24).

3° GROUPE DES PESTALOZZIA.

Je considère les *Pestalozzia*, DNtrs., comme des *Diplodia à spores pluriseptées et ciliées* (1). Elles représentent, à mon avis, le terme le plus parfait des stylospores des Dépazéées. Pour ne voir dans les *Pestalozzia* et les *Hendersonia* que des *Diplodia* modifiées, il était nécessaire de retrouver des *formes* multiples *de passage* entre ces trois sortes de stylospores : les *Diplodia*, les *Hendersonia* et les *Pestalozzia*.

Telles qu'elles sont comprises par tous les mycologues, ces formes constituent trois catégories distinctes :

Les *Diplodia*, caractérisés par des spores biloculaires didymes ;
Les *Hendersonia*, par des spores bi ou pluriseptées ;
Les *Pestalozzia*, par des spores pluriloculaires, ciliées.

Or, rien ne m'a paru légimiter la séparation de ces êtres, depuis le jour où il m'a été donné d'observer dans une même pycnide, outre des spores de *Diplodia*, des stylospores non moins nombreux uniseptés et ciliés que j'ai appelés *Diplopestalozzia* (Voy. pl. I, fig. 4). Je reconnaissais alors que la présence des cils apicilaires des *Pestalozzia* ne suffisait pas pour les différencier des *Diplodia ;* étendant mes recherches aux *Hendersonia*, j'ai observé que leurs spores normales sont parfois mêlées avec des spores ciliées qui ne semblent pas différer des stylospores des *Pestalozzia*. Ces considérations m'obligent à ne voir dans les *Hendersonia* et les *Pestalozzia* que des *Diplodia à spores pluriseptées et ciliées*. — J'ai représenté, planche VI, figure 11, trois groupes de stylospores α, β, γ, qui rendront plus saisissables ces remarquables formes de passage. Quant aux cils apicilaires des *Pestalozzia*, dont l'ensemble constitue la *coronule* de la spore, nous savons qu'ils se recourbent parfois vers la base du stylospore. Leur nombre et leur longueur varient suivant les espèces (Voy. pl. VI, fig. 27, α, λ), et il arrive, ainsi qu'on l'observe chez le *Pestalozzia grandis*, Berk, et plusieurs autres, que ces cils se bifurquent et se ramifient (Voy. pl. VI, fig. γ', et pl. fig. 27, δ).

---

(1) J'ai représenté planche IV, figure 8, un remarquable stylospore de *Pestalozzia* à loges agglomérées. — Voy. L. Crié, *Sur la formation des cloisons dans les stylospores des Pestalozzies* (Comptes rendus, 25 mars 1878).

4° GROUPE DES MORTHIERA.

Les *Morthiera*, Fuck., dont les pycnides précèdent parfois sur les mêmes taches quelques-uns de nos types ascophores, sont caractérisés par des stylospores d'une forme toute spéciale (Voy. pl. III, fig. 25, α, β).

On pourrait les définir : des *Stylospores pluriloculaires à loges agglomérées et ciliées*. Chaque stylospore se compose d'une loge centrale et de deux loges latérales supportées par une baside allongée. Primitivement ovoïdes et rapprochées, ces loges s'arrondissent peu à peu et divergent de façon à prendre finalement la forme d'une croix. C'est à tort que M. Fuckel (Voy. *Symbolæ mycologicæ*) considère ces spores comme des conidies, puisque les stylospores des *Morthiera* procèdent toujours d'un conceptacle à parois minces, formées par les cellules superficielles du parenchyme foliaire. M. Fuckel me paraît se méprendre aussi, en appelant *conidies* les spores des *Septoria*.

CONCEPTACLES MIXTES.

Ces conceptacles, observés sur les taches de plusieurs Dépazéées ascophores, ont été signalés, pour la première fois, par M. L. R. Tulasne. Dans une note publiée en 1850, le célèbre mycologue français s'exprime en ces termes : « Aux stylospores « s'associent parfois, dans le même conceptacle, des corpus-« cules également acrogènes, mais beaucoup plus ténus, ordi-« nairement linéaires, courbes ou droits, et qui composent des « masses pultacées ou une sorte de cire de couleur jaune, oran-« gée, rose, blanche, ou brunâtre. Ces corpuscules (*sperma-*

« *ties*) naissent plus souvent encore, dans des appareils spéciaux, « d'une organisation plus ou moins complexe et que j'ai appe« lée spermogonies (1). »

Les *Hendersonia* automnales que j'ai eu plusieurs fois occasion de recueillir sur les feuilles du *Rubus fruticosus*, aux environs de Sillé-le-Guillaume (Sarthe), m'ont offert ce remarquable phénomène de cohabitation des stylospores et des spermaties dans la même pycnide. Les belles spores violettes et triseptées de l'*Hendersonia Rubi* naissent et se développent à côté des spermaties linéaires et septées d'un *Septoria* dont les spermogonies, développées sur les taches du *Depazea*, m'ont souvent présenté les mêmes spores isolées (Voy. pl. I, fig. 2, et pl. VIII, fig. 17, α, β).

PÉRITHÈCES.

Les périthèces ou véritables appareils thécasporés des Dépazéées, sont caractérisées par la présence de thèques (*asci*), cellules cylindriques produites par l'hypothèce (2). Les plus jeunes thèques des Dépazéées possèdent un double tégument très-accentué, formé de deux membranes qui deviennent contiguës par suite du développement des spores. Comme on l'observe chez les Lichens, le tégument externe peut acquérir une notable épaisseur et présenter vers le sommet plusieurs couches d'épaississement (3). Accidentellement, la masse protoplasmique, inégalement répandue dans la thèque, donne naissance à des saillies qui alternent avec des portions plus ou moins épaisses de la paroi. La grandeur et la forme des thèques varient suivant l'âge des sphéries. Les thèques des Dépazéées revêtent assez rarement des formes anormales constituant de véritables cas tératologiques. Le plus remarquable est celui qui résulte de la soudure de deux thèques par leur portion supérieure et que j'ai qualifié de *Synthécie* (Voy. pl. VIII, fig. 36) (1).

---

(1) Voy. L. R. Tulasne, *Sur l'appareil reproducteur multiple des Hypoxylées* (DC.) ou *Pyrénomycètes* (Fries). Note lue à l'Académie des sciences de Paris, le 21 avril 1856 (*Comptes rendus*, t. XLII, p. 701-707).

(2). *Hypothecium, excipulum proprium, perithecium*, Nyl. Le plus souvent cet *hypothecium* offre sous le microscope des cellules brunâtres ou noirâtres constituant un tissu très-serré.

(3) Non-seulement ces couches d'épaississement existent dans un bon nombre de très-jeunes thèques de Dépazéées, mais encore certaines thèques complétement développées (Voy. pl. VII, fig. 3, B). Chez les Lichens, le sommet des thèques des *Arthonia* conserve presque invariablement une épaisseur remarquable (Voy. Nylander, *Synops. Lich.*, p. 25).

La formation des spores endothèques des Dépazéées rappelle tout à fait celle des Pyrénomycètes. Le plus souvent le protoplasma se condense là où doivent se développer les spores, qui apparaissent tout d'abord sous l'aspect de masses sphériques à contours presque imperceptibles. En suivant de très-près le travail organique qui s'accomplit au sein même des spores endothèques, on voit qu'il ne diffère pas sensiblement de celui que nous avons observé et décrit précédemment dans les spermaties des *Septoria*, les stylospores des *Diplodia* et des *Hendersonia*. Il s'agit bien, dans les deux cas, de spores offrant des gouttelettes de nature oléagineuse. En étudiant l'évolution des stylospores cloisonnés, j'ai démontré que les cloisons n'apparaissent que tardivement : particularité souvent offerte par les spores endothèques dont il s'agit ici. En outre, s'il est vrai que dans les *Diplodia* et les *Hendersonia* les cloisons se forment par des replis de l'endospore, il y a tout lieu de reconnaître la même origine aux cloisons des spores endothèques. Pour ce qui concerne le développement des spores *multiloculaires* (ou *spores à logettes*) peu connues chez nos Dépazéées, il est vraisemblable que les cloisons secondaires qui doivent diviser la spore en un certain nombre de logettes, ne se montrent que postérieurement aux cloisons primitives. Les formes que présentent les spores adultes des Dépazéées sont très-nombreuses ; je citerai, comme se répétant le plus souvent, les suivantes : *ovoïde allongée*, *ellipsoïde*, *naviculaire*, *cylindrique*, etc.

---

(1) Quelquefois aussi la thèque paraît étranglée vers le sommet, et il m'a été donné de voir plusieurs fois de très-jeunes thèques complétement recourbées se redresser sous l'influence de la teinture d'iode. En se recourbant, les thèques affectent souvent les formes les plus bizarres, qui témoignent de l'extrême élasticité du protoplasma et des membranes.

Leurs dimensions varient également suivant les espèces, et il existe de nombreuses données numériques entre les spores relativement volumineuses des *Depazea australis* et *Decaisneana* (1), et celles, beaucoup plus ténues, des *Depazea attenuata* et *excentrica*.

Eu égard à la coloration, les spores endothèques des Dépazéées sont *colorées* ou *incolores*. Ainsi, les spores de nos *Depazea excentrica* et *attenuata* sont constamment blanches ou hyalines. Parmi celles que j'ai vues diversement colorées, je citerai les spores du *Depazea Chatiniana* qui, d'un beau jaune citrin lorsqu'elles sont jeunes, revêtent finalement une teinte brun foncé. La coloration verdâtre qu'affectent les spores ellipsoïdes du *Depazea Pomacearum* est non moins évidente dans les belles spores triseptées du *Depazea Decaisneana*. La teinte rosée toujours offerte par les spores du *Depazea Morierei* est due, ce semble, aux gouttelettes faiblement colorées qui remplissent une partie de leurs loges. Les spores du *Depazea Mazierei* présentent aussi une coloration légèrement bleuâtre très-manifeste ; enfin, je mentionnerai les spores pluriseptées du *Depazea australis*, dont la teinte légèrement brunâtre se fonce de plus en plus avec l'âge.

INFLUENCE DE QUELQUES RÉACTIFS
SUR LES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES DES DÉPAZÉÉES.

J'ai déjà indiqué, dans les premières pages de ce mémoire, quels adjuvants précieux fournissent certains réactifs, tels que l'iode et l'ammoniaque, lorsqu'il s'agit de décider si telle spermatie est pourvue ou dépourvue de cloisons. En effet, sous l'influence de la teinture d'iode ou de l'eau iodée, les spermaties précitées présentent souvent des cloisons auparavant inappréciables. Maintes fois, en traitant les spores du *Phoma Smilacinearum* par le même réactif, les deux gouttelettes violettes et contiguës qui remplissent presque totalement le stylospore, se coloraient en rouge-brun foncé pendant que le reste de la spore jaunissait rapidement ; à l'aide de la teinture d'iode, il m'a été donné de résoudre en une seule masse les mêmes gouttelettes ou de redresser de très-jeunes thèques recourbées. C'est par la base de celles-ci que le liquide réactif s'introduit, et il est possible de noter son influence sur les spores qu'il paraît colorer en brun verdâtre. Quant à la gélatine amyloïde qui existe incontestablement dans les thèques et les spores de plusieurs Sphéries (1), c'est en vain que j'ai cherché à en constater la présence dans les spores des Dépazéées. L'ammoniaque liquide noircit avec intensité les spores colorées de plusieurs *Depazea*. Ce réactif, *sans action sur les jeunes spores hyalines des mêmes Sphéries*, décèle, à mon avis, la présence de composés organiques qui se forment tardivement dans ces spores quelque temps avant leur germination. Bien que l'analyse des matières colorantes contenues dans les stylospores et les spores endothèques des Dépazéées paraisse très-difficile, je me permets cependant de la signaler à l'attention des chimistes physiologistes.

---

(1) Comme on l'observe dans les stylospores des Dépazéées, les spores endothèques sont, à leur naissance, complétement incolores.

GERMINATION DES STYLOSPORES ET DES SPORES ENDOTHÈQUES

Ayant fait connaître, dans les premières pages de ce mémoire, le mode si curieux de germination des stylospores et des spores endothèques, il me reste quelques mots à dire pour compléter cette importante question.

---

(1) La gélatine contenue dans les conceptacles du *Septoria Ulmi*, Grev., bleuit par l'effet de l'iode. (Voy. Hugo Mohl., *Bot. Zeit.*, 1854, p. 771). — Le *Septoria Ulmi*, Grev., m'est bien connu, mais j'avoue que dans tous nos échantillons de l'Ouest, la matière gélatineuse des conceptacles, traitée par l'iode, ne m'a rien offert de semblable. En revanche, il m'a été possible d'étudier aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe) le très-rare et très-curieux *Sphæria Desmazieri*, Berk. — Les thèques de cette sphérie présentent à leur sommet une sorte de masse sphérique de nature amyloïde. Il suffit de les traiter par l'iode pour voir presque aussitôt le globule se colorer en bleu intense. J'ajoute que cette masse amyloïde existe très-nettement formée au sommet de la thèque avant l'apparition des spores.

RECHERCHES SUR LA DURÉE DE LA FACULTÉ GERMINATIVE DANS LES STYLOSPORES DES PESTALOZZIA.

Expériences faites sur les stylospores du *Pestalozzia monochæta*, Desm.

1° Le 24 août 1876, *au soir*, je soumis à l'examen microscopique (gross. 500[1]), des stylospores issus de conceptacles de l'année recueillis sur les taches du *Pestalozzia* précité.

2° Immédiatement après, je fis une seconde préparation de stylospores du même *Pestalozzia* recueilli le 10 septembre 1869 aux environs de Sillé-le-Guillaume (Sarthe).

3° Enfin, le même soir, je cherchai dans l'herbier Roberge, parmi les échantillons du *Pestalozzia monochæta*, ceux dont l'étiquette porte la date de récolte la plus ancienne, et je choisis, au milieu de ces innombrables conceptacles, ceux qui avaient été récoltés aux environs de Caen, le 1^{er} août 1820.

Étudiées successivement, ces trois préparations m'offrirent à l'examen microscopique : des stylospores brunâtres, triseptés, qui n'éprouvèrent le soir aucun changement. Avant de partir, j'eus soin de les placer sous une cloche, à l'abri de l'air. Le lendemain, 25 août, j'examinai successivement, en suivant l'ordre ci-dessus indiqué, les préparations de la veille, et je laissai tomber à côté de la lamelle de mica, sur le verre porte-objet, une goutte d'eau distillée.

Huit heures du matin :

1^{re} préparation. Les stylospores ont émis sur divers points des processus ou filaments-germes, atteignant une longueur de 0^{mm},003 à 0^{mm}.005. La coronule s'est sensiblement allongée.

2^{me} préparation. Les filaments-germes sont bien visibles, ils paraissent atteindre en longueur de 0^{mm},005 à 0^{mm},006 ; quelques-uns cependant sont plus courts et plus gros. La coronule semble ne s'être pas sensiblement allongée.

3^{me} préparation. Quelques stylospores offrent des processus émanant du sommet, d'autres en présentent sur toute leur surface. Çà et là la coronule s'est évidemment allongée.

Ces premières observations furent faites à huit heures du matin, et je reconnaissais, à part quelques légères modifications, que la germination était sensiblement la même dans ces trois parts de stylospores.

De nouvelles études faites le reste de la journée, me permirent d'établir que chez toutes ces spores les filaments-germes s'étaient à peu près également allongés.

26 *août. Neuf heures du matin.*

1re préparation. Ce qui frappe tout d'abord à l'examen de cette première préparation, c'est l'étrange développement de la coronule qui, dans certains stylospores, surpasse de beaucoup en longueur la spore-mère. Çà et là, les appendices sont plus ou moins dilatés, ailleurs, ils sont plus allongés, et, plus flexueux, je les vois s'unir aux germes issus de divers points du stylospore. Dans cette première préparation, quelques stylospores offrent à leur sommet une touffe pénicilliforme très-rameuse (Voy. pl. VI, fig. 1).

2me préparation. Développement de la coronule ; allongement des filaments de la veille et apparition de nouveaux processus.

3me préparation. De nombreux corpuscules issus de la spore mère, couvrent en partie le champ du microscope ; au reste, comme dans les deux préparations précédentes, les appendices de la coronule se sont inégalement accrus, alors que de nouveaux processus se sont unis à ceux de la veille.

Ainsi, le nouvel accroissement des filaments-germes et l'apparition des spermaties, telles furent les modifications offertes par ces stylospores, le 26 août 1876.

Je puis résumer en quelques lignes les résultats qui m'ont été fournis les jours suivants : 27, 28 et 29 août par les mêmes stylospores. Apparition de nouveaux filaments et de nouvelles sporules. A ce moment, les spores ne présentent plus leur teinte brune ou brun noirâtre, et il est aisé de voir qu'elles sont divisées par une foule de processus constituant un nombre variable de logettes ; puis la spore devient une masse informe autour de laquelle rayonnent d'innombrables filaments-germes qui peuvent être pris pour le mycélium naissant.

Au total, il ressort clairement, ce semble, des faits précédemment exposés, que *les stylospores des Pestalozzia, conservés depuis plus d'un demi-siècle en herbier, germent aussi facilement que ceux qui ont été récoltés sur la plante nourricière le jour même de l'expérience.*

CHAPITRE III

AFFINITÉS ET DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Affinités. — Les *Dépazéées*, telles que nous les comprenons, rappellent, par cette singulière coexistence d'appareils reproducteurs, le rapport intime constaté depuis longtemps entre les spermogonies et les appareils thécasporés des Lichens. En outre, par leurs taches thalloïdes, les Dépazéées se rapprochent beaucoup des *Celidium*, Tul. — « *Lichenes (plerique paradoxi seu incerti, athallii, maculiformes in thallo et apotheciis lichenum foliiformium apud nos parasitantes* » (voy. Tulasne, *Mém.* sur les Lichens, p. 120). Or, si ces productions ambiguës peuvent être également revendiquées par les Lichens et les Pyrénomycètes, personne ne songera, ce semble, à distraire de la classe des Lichens, les *Strigules* de M. Fries. Ces dernières naissent fréquemment sur les feuilles des végétaux exotiques, et quiconque suit attentivement l'évolution de leurs taches maculiformes verdâtres ou d'un blanc verdâtre, reconnaît qu'elles épuisent à leur profit le parenchyme foliaire qu'elles perforent et détruisent de la façon la plus évidente. Les *Strigules* représentent les *Dépazéées* des Lichens ; elles établissent le *point de passage* entre les *Pyrénocarpes* de M. Nylander et nos *sphéries* foliicoles du groupe des *Depazea*.

Distribution géographique. — Les Dépazées présentent une distribution géographique des plus étendues. Tandis que certains Pyrénomycètes, leurs alliés, croissent dans la zone torride, sur les parties végétales mortes ou en voie de décomposition, ces sphéries foliicoles pullulent sous toutes les latitudes sur les feuilles des végétaux vivants. Dans nos pays tempérés, bon nombre de Dépazéées se développent régulièrement chaque année, lors de la chute des feuilles : elles sont alors essentiellement *automnales*. Quant à celles qui croissent dans les pays chauds, sur les feuilles des végétaux qui ne se défeuillent pas, et aussi sur les feuilles persistantes des *Hedera Helix*, *Buxus sempervirens*, *Ruscus aculeatus*, etc., on peut suivre leur développement pendant plusieurs années. Pour les distinguer des premières, je les ai qualifiées de *perennes*. Tel est, par exemple, notre *Depazea Chatiniana* dont les multiples appareils reproducteurs se développent non-seulement sur les *Ruscus* et *Polygonatum* indigènes, mais encore sur les feuilles de toutes les Asparagées exotiques : *Dracæna*, *Smilax*, *Cordyline*, *Smilacina*, *Eustrephus*, etc. Je dois dire, cependant, pour ce qui concerne les Dépazéées exotiques, que la plupart d'entre elles sont rarement ascigères. A part notre *Depazea australis*, parasite des *Eustrephus* australiens, leurs conceptacles renferment des spores ou spermaties atomiques, aussi communes sur les végétaux du nouveau monde que sur ceux de l'ancien (1). En général, les pycnides des *Phoma*, *Diplodia*, *Hendersonia*, *Pestalozzia* sont moins répandues que les spermogonies. J'ai déjà signalé, dans la Nouvelle-Calédonie, l'existence d'un *Phoma* (*Phoma Eugeniarum*), observé sur divers *Eugenia*, et, à plusieurs reprises, il m'a été permis de constater que les feuilles des *Ionidium* néo-calédoniens (surtout celles de l'*Ionidium austro-Caledonicum*, Vieill.) sont fréquemment ravagées par les taches arides et marginales d'un *Pestalozzia ;* j'ajoute qu'un bon nombre de Bignoniacées et d'Apocynées néo-calédoniennes, doivent la décoloration de leur parenchyme foliaire au *Pestalozzia austro-Caledonica* Cré. J'espère revenir prochainement sur quelques-uns de ces micromycètes que je grouperai autour de leurs types ascophores respectifs.

---

(1) J'ai observé ces spermogonies sur les feuilles des espèces exotiques dont les noms suivent :

Drimys chilensis, Chili.
Lindera triloba, Japon.
Symplocos neriifolia, Japon.
Rottlera zeilanica, Ceylan.
Memecylon heteropleuron, Sumatra.
Polygonum pensylvanicum, Mexique.
Copaifera nitida, Brésil.

Quant aux *Dépazéées indigènes*, je me bornerai pour le moment à faire les remarques suivantes sur leur diffusion :

Le *Depazea Decaisneana*, qui peut être pris comme type de nos Dépazéées automnales, est vraisemblablement chaque année l'avant-coureur de la défeuillaison des peupliers.

Le *Depazea Morierei*, observé pour la première fois il y a près de cinq ans sur les feuilles d'un *Phaseolus* cultivé, se développe indistinctement sur les Légumineuses phaséolées.

J'ai pareillement acquis la certitude que le *Depazea Polygonorum* naît aussi abondant sur les *Rumex* et les *Polygonum* de l'Europe que sur ceux de l'Amérique.

Avec ses nombreux satellites, le *Depazea Morierei* doit être recherché sur les feuilles des *Hedera*.

Le *Depazea diffusa* est très-répandu, à l'automne, sur les feuilles de nos arbres forestiers.

Le *Depazea excentrica*, spécial aux espèces du genre *Buxus*, occupe constamment les bords de la feuille qu'il habite, tant sur les *Buxus* cultivés dans le nouveau monde que sur ceux de l'ancien.

Dépazées fossiles — Maintes fois les paléontologues ont constaté la présence des Dépazées dans les strates tertiaires. A cette époque, les *Xyloma*, *Dothidea*, *Sphæria*, *Depazea*, etc., pullulaient sur les feuilles des Érables, des Peupliers, des Chênes des Smilax, des Diospyros, des Nerium, des Laurus, etc., et il est indubitable que le développement des Dépasées tertiaires ne différait pas de celui des *Dépazéées* actuelles ; c'est du moins ce qu'il m'a été permis d'établir, en observant ces cercles caractéristiques qui durent se fossiliser peu à peu, après la chute des feuilles desséchées et déposées au fond des lacs tertiaires. Grâce à cet indice précieux, fourni par les cercles de la sphérie, le paléontologue reconnaîtra toujours un *Depazea*.

CHAPITRE IV

TENTAMEN MONOGRAPHICUM DEPAZEARUM

Fungilli innumeri quibus nomina sunt : *Ectostroma*, *Xyloma*que, me judice, delendi sunt ; enim vero hæcce maculæ entophytæ, ineunte autumno vel decedente æstate « absque propria substantia et vegetatione » ex dictis celeberrimi Friesii, status nascentes Depazearum nostratium (*Septoria*, *Glœosporium*, *Sphæropsis*, *Diplodia*, *Hendersonia*, *Pestalozzia* mihi esse videntur.

Exempli causa, citare liceat Ectostromata vulgatissima *Tiliæ*, *Mespili*, *Lauri*, *Lilacis*, *Robiniæ* quibus, ut supra dixi, succedunt atomica conceptacula quæ in libellis commentariolis mycologicisve, sub titulis *Septoriarum*, *Phyllostictarum*, passim describuntur. Hodie enim, cuique optimo indagatori naturæ, indubium erit quod conceptacula *Septoriæ*, *Robiniæ*, Maz., in maculis *Ectostromatis Robiniæ*, currente autumno, crescant. Mihi harumce macularum evolutionem sequenti, spherulas, si mavisve conceptacula, magis ac magis perfectas videre datum est ; quæ repertio hodiernos mycologos tamen præterierat.

False itaque videntur sensisse mycologi qui, pro formis sterilibus Fungorum, Ectostromata de quibus agitur, habenda esse autumaverunt. Quamobrem, ut vitaretur omnis confusio, mycologorum sententias dandas esse putavi.

Ectostromata.

* *Foliorum producta pathologica,*	Docente cl. De Bary.
** *Formæ steriles fungorum,*	E sententia nonnullorum auctorum.
*** *Nascentes mycetes aut status nascentes Depazearum,*	Me judice.

Enodatione hæcce præmissa, de micromycetibus Depazeanis sequens definitio dari potest :

DEPAZEARUM SERIES

(Depazea *Nob. non Fries.*)

Sphæriis licheniformibus, foilicolis, ascis præditis. *Peritheciis* erumpentibus ex diversis maculis et comitatis conceptaculis secundariis (Spermogoniis, Pycnidibus).

Ascis cylindraceis, clavatis, octosporis. Sporis o — ∞ septatis, iodo flavescentibus (1), necnon et per ammoniam aqua solutam fuscescentibus demumque nigrescentibus. Ascorum et sporarum tegumentis non tinctis.

Sphæriis per totum fere orbem terrarum ad folia viventia plantarum parasiticis.

DEPAZEÆ TYPICÆ (2)

SPORIS PRÆOPTATIS DISTINGUENDÆ

* Sporæ indivisæ		*Depazea systema solare*, Nob. *Depazea excentrica*, Nob. *Depazea mappa*, Berk. *Depazea diffusa*, Nob. *Depazea attenuata*, Nob.
** Sporæ septatæ	1-septatæ	*Depazea Morierei*, Nob. *Depazea Tulasneana*, Nob. *Depazea Epilobii*, Nob. *Depazea Pomacearum*, Nob. *Depazea Polygonorrm*, Nob. *Depazea Duchartrei*, Nob.
	∞-septatæ	*Depazea Acerum*, Nob. *Depazea australis*, Nob. *Depazea Chatiniana*, Nob. *Depazea Decaisneana*, Nob. *Depazea Mazierei*, Nob.
*** Sporæ loculatæ		*Depazea loculata*, Nob.

(1) Per iodum mihi contigit sporarum guttulas oleosas melius perspicere ascumque per ammoniam aqua solutam solvere.

(2) Typica specimina Depazearum de quibus agitur, in collectione mycotheca mea conservantur et in herbariis ditissimis Cl. *Lenormandi* et *Robergei*, nunc et thesauris Musæi botanici Cadomensis. In mycotheca mazeriana et collectionibus musæi botanici Parisiensis nonnulla specimina mihi inspicere licuit.

* Sporæ indivisæ.

Depazea systema solare. *Sphæria systema solare*, Fuckel, *Symbolæ mycologicæ*. Maculis orbicularibus, zona purpuranti cinctis.

Spermogoniis. Præcocissimis, numerosis sparsis. Spermatiis hyalinis, cylindraceis rectis, obtusis, $0^{mm},020$ — $0^{mm},035$ longis ∞-septatis (Septoria).

In maculis Depazeanis Corni sanguineæ, autumnali tempore.

Pycnidibus. Perexiguis globosis, stylosporis ovatis integris, Biguttulatis (Phoma).

Automno currente.

Perithecis. Pusillis, globosis atris. Ascis cylindraceis octosporis. Sporis monostichis obovatis, integris, flavis, uniguttulatis (Vid. pl. VI, fig. 5).

Habitat ad folia Corni.

2. **Depazea excentrica.** Maculis excentricis amphigenis, albidis, zona nigra cinctis.

Spermogoniis. Hypo-epiphyllis, fuscescentibus; spermatiis hyalinis, cylindraceis utrinque obtusis, simplicibus, $0^{mm},025$ — $0^{mm},03$ long. *Apud nos autumnali hiemalique tempore, ad folia Buxi sempervirentis quotannis* abundat.

Perithecis. Epi-hypophyllis, nigris. Ascis clavatis, crassiusculis octosporis. Sporis hyalinis. simplicibus, oblongis (Vid. pl. VI, fig. 8).

Habitat ad folia Buxorum, hiemali tempore.

3. **Depazea Mappa,** Berkeley. « Maculis e plagis variecoloribus subconcentricis, fusco limitatis formatis. Peritheciis olivaceis; ascis subelongatis, sporidiis oblongis sublanceolatis hyalinis. » (Tab. 1, fig. 3.)

Hab. *Afr. austr.* On leaves of some unknown plant. In decadibus XXXI of Fungi Decade Cl. Berkeley de hac specie mentionem fecit. Formam majorem, maculis latioribus absque peritheciis in decadibus laudatis, anglicus magister descripsit.

4. **Depazea diffusa.** *Species valde diffusa in foliis arborum, præcipue : Quercus, Castaneæ, Æsculi, Tiliæ, Carpini, Juglandis, Fagi, Platani, Mespili, Salicis, etc., st fruticorum nostratium*

præcipue : Rubi, Rosæ, Clematidis, Cratægi, Rhamni, autumno decedente vel ineunte hyeme.

Spermogoniis. 1° Atris, sphæricis, depressis ; spermatiis atomicis, hyalinis (*Septoria*, *Phyllosticta*). *E vulgatissimis, autumno hiemeque, in foliis Depazeanis Castanearum, Quercuum, Fagorum et Carpinorum;* 2° Atris, sphæricis, spermatiis hyalinis cylindraceis, curvulis, obtusis (Septoria) (1). Septembri medio multoties collegi.

Pycnidibus. Atris, globosis, sparsis ; *stylosporibus* ellipticis, dilute rufis, triseptatis (*Hendersonia*). — *Stylosporis* ovatis rufis triseptatis et ternis ciliis hyalinis coronatis (Pestalozzia).

In maculis Depazeanis Fagorum, Quercuum, Castanearum, etc., autumno decedente, sexenties collegi.

Stylosporis ternis stipitatis, 1-ciliatis. Sporis lateralibus parvulis (*Morthiera*). *Conceptacula hujusce Morthieræ quotannis abundant, currente autumno, in maculis Ectostromatis Mespili.*

Peritheciis. Epi-hypophyllis, prominulis atris. Ascis longe clavatis octosporis, sporis hyalinis cylindricis integris (Vid. pl. VI, fig. 10).

Hab. in foliis aridis *Quercus*, *Castaneæ*, hieme.

5. **Depazea attenuata.** Maculis indeterminatis.

Spermogoniis. Atris, rotundis ; spermatiis atomicis (*Septoria*, *Phyllosticta*). Hiemali tempore.

Pycnidibus. Nigris, sparsis ; stylosporis ovatis, virescentibus, triseptatis (Hendersonia). Hieme.

Peritheciis. Epi-hypophyllis nigris. Ascis longe pedicellatis ; sporis ellipticis hyalinis integris, 1-septatisve, aliquando guttulatis (Voy. pl. VI, fig. 7).

Habitat ad folia nostratium arborum, hieme currente.

** Sporæ septatæ.

A. 1 - Septatæ.

6. **Depazea Morierei.** Maculis indeterminatis, fuscescentibus, zona prominula cinctis.

---

(1) Habitat ad folia *Tiliacearum* et præcipue *Grewiearum* in Asia et Africa tropica et subtropica ; *Tiliarum* in Europa et Asia finitima necnon in America boreali ; *Sloanearum* in America tropica et *Elæocarpearum* in Asia tropica, vere parasitica.

Spermogoniis. Atris, sparsis; spermatiis hyalinis, curvulis (Septoria).

Peritheciis. Nigris hypo-epiphyllis. Ascis clavatis, ad apicem crassiusculis, octosporis. Sporis ellipticis, bilocularibus, guttulis binis oleosis repletis sub microscopio comp. constantissime dilute roseis.

Nascitur in foliis plantarum Leguminosarum, nempe Phaseolorum, Pisorum, etc. Characteribus suprà citatis, hanc sphæriam valde distinctam, æstate 1871 decedente, in arvis Cenomanensibus prope Sillé-le-Guillaume sæpissime mihi examinare contigit, nec dubito quin hujus elegantissimæ speciei perscrutatores in foliis Leguminosarum aliarum sint detecturi.

7. **Depazea Tulasneana.** *Sphæria Fragariæ*, Tul. « Sphæria » macula orbiculari, fusco-purpurea, in centro pallescente tandem que arefacta erumpens.

Spermogoniis. Spermatiis linearibus, exilibus (*Septoria*).

Pycnidibus. Quasi superficialibus liberis circinatis, perexiguis globosis, stylosporis ovato-linearibus minutis.

Peritheciis. Liberis circinatis, perexiguis globosis, thecis obovatis, stipatis, octosporis; sporis ellipticis muticis, in medio septifero coarctatis.

Nascitur æstate in foliis vivis Fragariarum hiemeque et vere anni sequentis in iisdem ut plurimum arefactis perficitur (docente Cl. Tulasne) (1).

8. **Depazea Epilobii.** Maculis valde variis, epiphyllis.

Spermogoniis. Nigris, sparsis; spermatiis hyalinis cylindricis, acutis (Septoria).

Pycnidibus. Nigris, globosis; stylosporis cylindricis curtis, biguttulatis (Phoma) demumque septatis (Hendersonia). *Ineunte autumno.*

Peritheciis. Epi-hypophyllis, nigris. Ascis longe clavatis. Sporis ellipticis ovatisve 1-septatis, dilute amethystinis (Vid. pl. VI, fig. 1).

Habitat *in foliis Epilobiorum prope omnium, currente autumno.*

9. **Depazea Pomacearum**, Nob. Maculis valde variis epi-hypophyllis.

---

(1) *Note sur l'appareil reproducteur multiple des Pyrénomycètes. Comptes rendus de l'Institut*, t. XLII, p. 701-707.

Spermogoniis. Nigris, globosis; spermatiis hyalinis curvatis obtusis, continuis (Rhabdospora) non evolutis; septatis (Septoria) rite evolutis. *In maculis albidis Depazeanis, autumno currente, haud raris.*

Pycnidibus. Nigris, globosis; stylosporis ovatis subsphæricisve, integris, dilute rufis (Sphæropsis) demumque septatis (Diplodia. — Hendersonia). — *Autumnali hiemalique tempore in foliis jamdudum delapsis, sexcenties reperi.*

Peritheciis. Nigris; ascis cylindraceis rectis, octosporis. Sporis sæpissime monostichis, lanceolatis, obovatis, dilute virescentibus, 1-septatis (Vid. pl. VI, fig. 2).

Ad folia Malorum, Pirorum, Cydoniarum et prope omnium arborum Pomacearum quotannis, hieme currente, hospitatur.

10. **Depazea Polygonorum.** Maculis epiphyllis rotundatis, zona prominula fuscescenti rubra cinctis.

Spermogoniis. Rufis, globosis; spermatiis hyalinis, tenuiter arcuatis, pluriseptatis (Septoria). *Currente autumno.*

Pycnidibus. Nigris, globosis; stylosporis ovatis, fuscescentibus, 1-septatis (Diplodia) vel pluriseptatis (Hendersonia). *Autumno.*

Peritheciis. Epiphyllis, prominulis nigris; ascis cylindraceis octosporis. Sporis ellipticis utrinque obtusis, 1-septatis, dilute virescentibus.

In foliis vivis plantarum Polygonacearum præcipue Polygonorum et Rumicorum, decedente autumno.

11. **Depazea Duchartrei.** Maculis indeterminatis, zona nigra cinctis.

Spermogoniis. Atomicis, nigris, prominulis; spermatiis hyalinis rectis vel curvulis, 0^{mm},025 — 0^{mm},030 (Septoria). *Autumno.*

Pycnidibus. Sphæricis, atomicis; stylosporis ovatis biguttulatis (Phoma) demumque rufis, septatis (Hendersonia). *Autumno.*

Peritheciis. Epiphyllis nigris; ascis stipitatis, elongatis obtusis; sporis lanceolatis acutis 1-septatis dilute cærulescentibus (Vid. pl. VI, fig. 6).

Ad folia exsiccata Vincæ minoris, *in arvis Cenomanensibus prope Sillé-le-Guillaume, Conlie, et in sylvis Modonensibus agri lutetiani, hieme currente non semel collegi.*

B. ∞ - Septatæ.

12. **Depazea Acerum.** Maculis indeterminatis, zona nigra cinctis.

Spermogoniis. Atris, prominulis ; spermatiis hyalinis ∞ - guttulatis (Ascospora) demumque septatis (Septoria).

Ineunte autumno, hæcce conceptacula quotannis certè sunt reperienda.

Pycnidibus. Atomicis ; stylosporis hyalinis cylindraceis bini guttulis repletis (Phoma) demumque crassis septatis (Diplodias Hendersonia). *Autumno currente.*

Peritheciis. Epiphyllis, atomicis, atris ; ascis octosporis ; sporis hyalinis ellipticis acutis 4-loculatis (Vid. pl. VI, fig. 4).

Supra folia Acerum nostratium, ineunte hieme.

13. **Depazea australis**, Nob. Maculis amphigenis indeterminatis, zona nigrescenti-rubra cinctis.

Spermogoniis. Atris, sphæricis ; spermatiis atomicis (Phyllosticta).

Pycnidibus. Nigris, prominulis ; stylosporis ellipticis dilute rufis, binis guttulis repletis (Phoma), demumque septatis (Hendersonia).

Peritheciis. Epiphyllis, fuscis ; ascis clavatis elongatis, octosporis. Sporis cylindraceis, dilute rufis, 5-6 septatis, guttulicoleosis repletis.

Habitat supra folia viventia Eustrephorum in Australia et in Nova-Caledonia (1).

14. **Depazea Chatiniana**, Nob. Maculis epiphyllis rotundatis, sive ellipticis persicinis (albescenti-rubris) dein albescentibus, zona prominula nigrescenti-rubra cinctis.

Spermogoniis. Nigris, prominulis ; spermatiis cylindreacurvulis, utrinque obtusis et septatis (Septoria); spermatiis atomicis, hyalinis (Phyllosticta.)

---

(1) Occasione data, nonnullos micromycetes Depazeanos a me nuperrime detectos, hic enumero :

Pestalozzia Novæ Caledoniæ.

Ad folia *Ionidiorum*, *Bignoniarum* et *Melodii scandentis* circà Gatope undè Cl. Vieillard retulit.

Phoma Eugeniarum.

Ad folia *Eugeniarum*, *Bancksiarum*, — *Eustrephorum*, in Nova-Caledonia. Horumce fungillorum formæ typicæ ascigeræ desiderantur.

Pycnidibus. Nigris, sphæricis : 1° *stylosporis* ovoideis cuneatis, guttula amethystina, sive binis guttulis amethystinis, iodo rubescentibus repletis (Phoma); demumque septatis (Hendersonia); 2° stylosporis subglobosis ovatis, hyalinis aut dilute virescentibus, numerosis guttulis oleoso-granulatis repletis. *Phyllostica cruenta*, auct. (1).

Perithecis. Epiphyllis fuscis, demum collabescendo nigris. Ascis clavatis, elongatis, ad apicem crassiusculis, octosporis. Sporis cylindraceis utrinque obtusis, primum flavescentibus senescendoque fuscis, 4-septatis, et guttulis oleosis repletis.

---

(1) *Distributio geographica.* — Per totum fere orbem terrarum, ad folia viventia Asparaginearum vere parasitica.

Europa. — In Gallia occidentali per Armoriam atque Neustriam Polygoni multiflori amantissima sexcenties mycologis occurrit. In Armoria prope *Brest* (Crouan). Formosissima specimina e pluribus armoricis locis omnimodo fertilia accepi; hanc speciem apud Redonenses pulchellam legit Legal et copiosis maculis fertilibus amicissime communicavit. Sat copiosa dicitur in Armoria prope *Fougères*, ad folia Polygonati multiflori multo copiosioris Polygonato unifloro. Andegavensia specimina olim a Cl. Guépin lecta possideo. In Neustria prope *Vire*, socio Æcidio convallariæ (Lenormand); prope *Falaise* (De Brébison); prope *Lebisey* (Roberge) copiose conspicitur. — Etiam apud Turones lecta dicitur (Bernier). Circa caput Cenomanorum, in agro Cenomanensi (Desportes), prope *Saint-Calais* (Diard.); prope *Jublains* agri Meduanensis, haud longe ab antiquo castro romano, legi ipse, ineunte augusto. — In Gallia occidentali prope *Bernay*, prope *Domfront-en-Champagne* in monte qui dicitur *Grand-Gagné*, hancce optime evolutam Phyllostictam, primo vere, ipsis oculis ipse vidi. — In Gallia septentrionali, autumnal tempore, ad folia *Polygonatorum variorum* primus detexit Cl. Desmazières. — In Gallia orientali ad folia Polygonati multiflori (Dr Godron) sat frequens. Circà Parisios, Versalias, Fontembellaqueum haud infrequens in variorum Polygonatorum foliis. — In sylva Bolonia, Cl. Montagne, augusto ineunte, abundanter collegit; quum in nemoribus Boloniensibus, maio, junio, tum in saltibus Modonensibus parce legi, necnon junio medio ad folia Polygonati uniflori minime rari prope pagum dictum *Lardy*. Haud infrequens apud Belgas est, prope Gand avensem (Kickx). Nonnulla e Germania specimina possideo.

Asia. Phyllosticta cruenta Maz. ad folia asiaticarum quarumdam Asparaginearum e thesauris Musæi botanici Parisiensis, sat frequens parasitari videtur; cum fungillo nostro de quo agitur fungillus asiaticus ex omni parte quadrat.

Africa. Ad folia Rusci hypoglossi prope *Alger* parasitatur.

America. In America septentrionali ad folia Polygonati biflori (Lesueur).

Oceania. In herbario neo-Caledonico, ad folia variorum *Eustrephorum* (collectoribus oculatissimis Vieillard, Déplanche, Pancher, Balansa) quamdam hujusce *Phyllostictæ* formam observare mihi videor, plura autem ut tuta describam, specimina desiderantur. (Vide L. Crié, *De Phyllostictæ cruentæ distributione geographica.* » Ann. sc. nat., 5e sér. Bot. t. XVIII.)

Habitat supra folia viventia plantarum Asparaginearum nempe :

Polygonati multiflori et *Rusci aculeati*, in Europa.

Rusci hypoglossi, in Africa.

Smilacinæ stellatæ, in America.

15. **Depazea Decaisneana**. Maculis sparsis, orbicularibus, albidis, zona fusca, vel nigro-fusca cinctis, valde distinctis (casu confluentiæ ut nuperrime monui excepto.

Spermogoniis. Nigris, sphæricis hypo-epiphyllis ; spermatiis cylindraceis curvatis utrinque obtusis, guttulis oleoso-granulatis repletis (Rhabdospora, Ascospora) demumque uniseptatis, 0^{mm},025 à 0^{mm},035 (Septoria).

E vulgatissimis, ineunte autumno, quotannis supra folia delapsa moxve delapsura Populorum prope omnium.

Pycnidibus. Nigris prominulis ; stylosporis ovatis ellipticisve, rufis, septatis (Septoria).

Peritheciis. Nigris, hypo-epiphyllis ; ascis subclavatis, ad apicem crassiusculis, octosporis. Sporis virescentibus, fusiformibus, in medio graciliter constrictis, triseptatis, nonnullis guttulis repletis.

Habitat supra folia maculata et exsiccata populorum prope omnium nostratium, automno decedente vel ineunte hyeme.

Hæc est species typica novissima et valde distincta quæ, automno 1871 currente, in Gallia occidentali prope *Sillé-le-Guillaume* agri Cenomanensis, mihi jamdudum indaganti obvia fuit.

16. **Depazea Mazierei.** *Sphæria hederæcola*, Desm. Maculis rotundatis zona rubescenti cinctis.

Spermogoniis. Atris globosis ; spermatis hyalinis, acicularibus, flexuosis, 0^{mm},030 — 0^{mm},035 longis (Septoria). *Autumnali hiemalique tempore in areis macularum Depazeæ Mazierei, e vulgatissimis.*

Pycnidibus. Atris sphæricis ; stylosporis ovatis crassis, rufescentibus triseptatis (Hendersonia) aliquandoque ciliatis (Pestalozzia). *Autumno.*

Peritheciis. Epiphyllis, nigris ; ascis cylindraceis octosporis ; sporis lanceolatis acutis, dilute cæruleis pluriloculatis, ut videtur, tandemque sporis rite evolutis, biloculatis, loculis aliquando guttulatis.

Supra folia HEDERÆ *nostræ* HELICIS, *hieme currente, passim invenitur* (1).

*** **Sporæ loculatæ.**

17. **Depazea loculata.** Maculis rotundatis, zona fusca cinctis.

SPERMOGONIIS. Nigris, sphæricis; spermatiis hyalinis curvulis, septatis, 0^{mm},030 longis (Septoria).

PYCNIDIBUS. Nigris, globosis; stylosporis ovatis, flavidis demumque fuscis, 1-septatis (Diplodia) vel pluriseptatis (Hendersonia). *Hiemali tempore sæpissime detexi.*

PERITHECIIS. Atris, globosis, ostiolis papillatis. Ascis cylindraceis, octosporis. Sporis ovatis, rufescentibus 5-6 septatis, sæpissime septo longitudinali divisis; loculis valde distinctis 1-guttulatis (Vid. pl. VI, fig. 3).

Species typica Depazearum nostratium loculatarum, in maculis Depazeanis *Visci albi* semper constans. — *Hieme.*

Magnam exoticarum *Depazearum* copiam quum in herbario Musæi botanici Parisiensis tum in herbario Musæi Cadomensis observavi; plures vero describere, donec nova specimina iterum atque iterum perspexerim, superfluum duco.

---

(1) Quotannis mihi licet hancce Depazeam hiemalem in arvis Cenomanensibus prope *Sillé-le-Guillaume* bene evolutam colligere.

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE I

COUPES DE SPERMOGONIES ET DE PYCNIDES DES DEPAZEA.

Fig. 1. Coupe d'une spermogonie du *Septoria incondita*, montrant les nombreuses spermaties atomiques qui s'échappent par l'ostiole du conceptacle.

Échantillon recueilli le 10 octobre 1876 aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe).

Fig. 2. Coupe d'un conceptacle mixte renfermant à la fois des stylospores d'un *Hendersonia* et des spermaties d'un *Septoria.*

Échantillon recueilli aux environs de *Sillé-le-Guillaume,* le 10 octobre 1875, sur les feuilles du *Rubus fruticosus,* Linn. et sur celles du *Rosa canina,* Linn.

Fig. 3. Coupe d'une pycnide laissant échapper par son ostiole des stylospores de *Sphæropsis*, de *Diplodia* et d'*Hendersonia.*

Échantillon recueilli à *Sillé-le-Guillaume,* le 20 octobre 1874, sur les feuilles d'un Rosier cultivé.

Fig. 4. Portion de coupe d'une pycnide renfermant diverses sortes de stylospores.

Échantillon recueilli à *Sillé-le-Guillaume* sur les feuilles du *Laurus sobilis,* Linn. (novembre 1877).

Fig. 5. Portion de coupe d'une pycnide présentant de jeunes stylospores d'un *Pestalozzia* mêlés avec d'autres stylospores dépourvus de coronule.

Échantillon recueilli aux environs de Conlie (Sarthe), sur les feuilles du *Rubus fruticosus,* Linn. (octobre 1874).

Fig. 6. Portion de coupe d'une pycnide dans laquelle les stylospores d'un Glœosporium dominent vers le centre alors que les stylospores d'un *Sphæropsis* en tapissent les parois.

D'après plusieurs échantillons recueillis sur des végétaux divers aux environs de *Conlie* et de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe), octobre 1874.

Fig. 7. Stylospores d'un *Pestalozzia* pris au moment qu'ils sortent de leur pycnide.

D'après un échantillon recueilli dans la *Nouvelle-Calédonie,* par M. Vieillard, sur les feuilles de l'*Ionidium austro-Caledonicum,* Vieill. (1866).

Fig. 8. Stylospores d'un *Hendersonia* pris également au moment qu'ils sortent de leurs pycnides.

Échantillon recueilli aux environs de *Sillé-le-Guillaume*, sur les feuilles des *Rubus* (octobre 1875).

Fig. 9. Spermogonie laissant échapper par son ostiole de nombreuses spermaties arquées.

Échantillon recueilli à *Sillé-le-Guillaume*, dans un jardin, sur une feuille de Poirier. 27 octobre 1875.

Fig. 10. Fragment d'un conceptacle largement ouvert, d'où s'échappent des stylospores arqués.

Échantillon recueilli aux environs de *Rouez-en-Champagne* (Sarthe), sur une feuille de Noyer, 28 octobre 1873.

Fig. 11. Jeunes stylospores d'une *Diplodie*, implantés sur un fragment de pycnide.

Échantillon recueilli aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe), sur une feuille de *Rubus*, novembre 1871.

Nota. Ces conceptacles ont, pour la plupart, de un à deux dixièmes de millimètre environ.

Grossissement : 450 diamètres.

PLANCHE II

SPERMATIES DES DEPAZEA.

Fig. 1. Spermaties atomiques communes à l'automne sur les taches des Dépazéées qui ravagent les feuilles de la plupart de nos arbres.

Ces mêmes spores paraissent aussi abondamment répandues sur les feuilles des végétaux exotiques : *Elæocarpus*, *Drimys*, *Cynometra*, *Albizzia* néo-calédoniens, etc. — Elles représentent la spermatie atomique dans son extrême simplicité, et il en existe de semblables dans les spermogonies de certains Lichens : *Ramalina*, *Parmelia*. — Voy. fig. 49 α et β de la même planche.

Fig. 2. Spermaties atomiques manifestement arquées, développées sur des taches habitant à l'automne les feuilles de diverses Asparaginées exotiques (Spermogonie de notre *Depazea Chatiniana*).

Fig. 3. Spermaties apiculées, développées dans des conceptacles développes sur les feuilles des *Cæsalpinia* néo-calédoniens. — α, Groupe de spermaties, β, spermaties plus grossies. (Type ascophore ?)

Fig. 4. Spermaties atomiques plus volumineuses du *Septoria Tiliæ* (Spermogonie de notre *Depazea diffusa*).

Fig. 5. Spermaties à peu près tétraédriques, très-communes sur les feuilles de diverses plantes néo-calédonniennes. — α, Groupe de spores. — α', Spores plus grossies. — β, Spores plus allongées.

Fig. 6. Spores (stylospores ?) et spermaties développées dans des conceptacles développés sur les taches du *Depazea Chatiniana*, Nob. — α, Spermaties très-jeunes et linéaires. — β, Spores subsphériques incolores à protoplasma granuleux nettement visible.

Fig. 7. Stylospores elliptiques incolores, à protoplasma finement granuleux (Phyllosticta cruenta. Pycnide du *Depazea Chatiniana*, Nob.).

Fig. 8. Spores sphériques ou subsphériques, développées en novembre, sur les feuilles des *Elæocarpus*. Type ascophore ?

Fig. 9. Spermaties irrégulières du *Septoria siliquarum*, Rob.

Fig. 10. Groupe de spermaties accompagnées de leurs basides que supporte un fragment du conceptacle brisé (Spermogonie du *Depazea diffusa*, Nob.).

Fig. 11. Spermaties cylindriques arquées, nées dans des conceptacles développés sur les feuilles du *Castanea vulgaris* et accompagnant les spermaties précédentes (Spermogonie du *Depazea diffusa*).

Fig. 12. Spermaties cylindriques des *Septoria Chelidonii* et *S. Ficariæ*, mesurant en longueur de 0mm,015 à 0mm,020.

Fig. 13. Groupe de spermaties du *Septoria Dianthi.* — α, Spermaties cylindriques retenues en faisceau sur une portion de leur conceptacle. — β, Spores plus ténues, subsphériques, accompagnant les précédentes. Il en existe de semblables chez les Lichens (*Lichina*, etc.), et, dans les deux cas, elles mesurent à peine de 0mm,0025 à 0mm0030.

Fig. 14. Spermaties du *Septoria Petroselini.* Desm. — α, Groupe de spermaties. — β, Spermatie très-grandie pour montrer ses deux extrémités nettement aciculaires; elles atteignent en longueur de 0mm,010, à 0mm,015.

Fig. 15. Spermaties cylindriques ou subelliptiques accompagnant fréquemment les précédentes dans des conceptacles séparés.

Les spermaties de plusieurs *Parmelia* ressemblent beaucoup à celles que nous figurons ici.

Fig. 16. Spermaties très-communes dans les spermogonies observées sur les feuilles des *Verbena officinalis*, *Potentilla Tormentilla*, etc. Type ascophore?

Fig. 17. Spores développées dans des conceptacles développés sur les feuilles de diverses Ombellifères.

(*a*) Groupe de spermaties cylindriques. — α, Spermatie très-grandie pour montrer ses extrémités nettement obtuses. — β, Spores septées plus rares que les premières.

Fig. 18. Spermaties très-communes à l'automne sur les feuilles de diverses Célastrinées cultivées.

Fig. 19. Spermaties du *Septoria Ægopodii*, Desm. — *a*, Groupe de spermaties privées de cloison. α, Spermatie plus grossie. — *b*, Groupe de spermaties cloisonnées. — β', Même spermatie plus grossie.

Fig. 20. Spermaties cloisonnées du *Septoria Fragariæ* (12 janvier 1868). Spermogonie du *Depazea Tulasneana*, Nob.

Fig. 21. Spermaties plus jeunes du *Septoria Fragariæ*, accompagnant souvent d'autres spermaties atomiques β.

Échantillon recueilli, le 20 septembre 1868, aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe).

Fig. 22. Spermaties communes dans des conceptacles développés sur les feuilles des *Bocquevillea.* Type ascophore?

Fig. 23. Spermaties du *Septoria Spartii*, montrant la localisation du protoplasma vers leurs extrémités.

Fig. 24. Spermaties du *Septoria Scabiosæ* — (0mm,025 à 0mm035 long.). Type ascophore?

Fig. 25. Spermaties aciculaires d'un Septoria développé sur les feuilles de divers *Morinda.* — Type ascophore?

Fig. 26. Spermaties cylindriques du *Septoria Cytisi* (0mm,040 à 0mm,045 long.).

Fig. 27. Spores développées dans des conceptacles développés sur les feuilles des *Bocquevillea.*

Fig. 28. Spores pluriseptées très-communes sur les feuilles du *Medicago sativa* (0mm,010 à 0mm,015 long.).

Fig. 29. Spermaties du *Septoria Astragali*, Desm. —α, Spermaties atomiques accompagnant les premières, β.

Fig. 30. Spermaties du *Septoria Vincæ*. Desm. $0^{\mathrm{mm}},020$—$0^{\mathrm{mm}},025$ long.). Spermogonie du *Depazea Duchartrei*, Nob.

Fig. 31. Spermaties du *Septoria Rhamni*, Desm.

Fig. 32. Spermaties du *Septoria Antirrhini*, Desm. Type ascophore?

Fig. 33. Spermaties du *Septoria Trillii*, N.

Spermogonie du *Depazea Chatiniana*, Nob.

Fig. 34. Spermaties du *Septoria Rubi*, Desm. — α, β, Spermaties prises à diverses époques.

Fig. 35. Spermaties du *Septoria Populi*, Desm. — α, ἀ, β, γ, δ, ε, ζ, Spermaties prises à diverses époques.

Les états α et ζ, paraissent terminer leur développement. Spermogonie du *Depazea Decaisneana*, Nob.

Échantillons recueillis aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe), ἀ, β, γ, ε le 10 septembre 1876; — δ, le 20 septembre 1876. — α, ζ le 24 octobre 1876.

Fig. 36. Spermaties du *Septoria sepium*, Desm. Type ascophore?

Fig. 37. Spermaties aciculaires du *Septoria Geranii*.

Fig. 38. Spermaties du *Septoria Ari*, Desm.

Fig. 39. Spermaties du *Septoria Corni*, Desm. Spermogonie du *Depazea systema solare*, Nob.

Fig. 40. Spermaties du *Septoria bellidicola*, Desm. Type ascophore?

Fig. 41. Spermaties du *Septoria Æsculi*, Desm.

Fig 42. Spermaties du *Septoria Aceris*. — α, Spermaties offrant quelques rares gouttelettes. — β, Spermaties plus ténues.

Fig. 43. Spermaties du *Septoria Virgæ aureæ*. Type ascophore?

Fig. 44. Spermaties du même *Septoria*, plus avancées et cloisonnées.

Fig. 45. Spermaties du *Septoria Gei*. Type ascophore?

Fig. 46. Spermaties du *Septoria Ilicis*. Type ascophore ?

Fig. 47. Spermaties du *Septoria piri*, Desm. — α, Groupe de spores cloisonnées. — β, Groupe de spores à une cloison (Spermogonie du *Depazea Pomacearum*, Nob.).

Fig. 48. Spermaties aciculaires du *Septoria Hederæ*, Desm. (Spermogonie du *Depazea Mazierei*, Nob.).

Fig. 49. Spermaties de quelques Lichens comparables aux spermaties des *Depazea*.

α. Spermaties développées dans des conceptacles développés sur le thalle de certains *Pamelia*,
β. — du *Ramalina fraxinea*,
γ. — de plusieurs *Lichina*,
δ. — de plusieurs *Urceolaria*,
ε. — de quelques Parmeliacées,
ζ. — de quelques Lécanorées,
η. — de plusieurs *Verrucaria*,
Gross. : 450 et 500 diamètres.

PLANCHE III

SPERMATIES ET STYLOSPORES DES DEPAZEA.

Fig. 1. Spermaties du *Septoria piricola*, Desm. (0mm,025 à 0mm,035 long.), très-grossies. Les figures α, β, γ, δ, ε, ζ représentent la même spore à divers états.

α, Deux spermaties offrant un protoplasma finement granuleux.

β, Deux autres spermaties dans lesquelles le protoplasma tend à se condenser.

γ, Spermaties présentant des masses sphériques de protoplasma régugulièrement espacées.

δ, Dans cette figure, quatre des masses protoplasmiques offrent un aspect complétement homogène.

ε, Deux spermaties à protoplasma granuleux, divisé en deux parties.

ζ, Ces deux spermaties représentent, selon nous, le *Septoria piricola* très-développé.

Échantillons recueillis à diverses époques aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe), et de *Caen* (Calvados).

Fig. 2. Très-jeune état d'un *Diplodia;* les stylospores sphériques ne dépassent pas en largeur leurs basides.

Fig. 3. Mêmes stylospores dont le protoplasma est visiblement granuleux.

Fig. 4. La double membrane du stylospore est des plus apparentes en même temps que le protoplasma tend à se condenser.

Fig. 5. Trois stylospores du même *Diplodia*, chez lesquels les masses centrales se dessinent peu à peu.

Fig. 5'. Deux stylospores d'un *Diplodia* offrant à leur centre une masse plus foncée.

Fig. 5". Dans cette figure, les stylospores présentent deux masses ou gouttelettes paraissant légèrement rosées sous le microscope.

Fig. 6. Deux stylospores d'un *Diplodia* bien développé. L'endospore a formé la cloison qui divise la spore en deux parties égales.

Stylospores provenant d'un grand nombre de *Diplodia* recueillies à diverses époques aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe), automne-hiver.

Fig. 7. Trois stylospores ovoïdes d'un *Sphæropsis*, à protoplasma finement granuleux.

Fig. 7'. Trois jeunes stylospores d'un *Glœosporium*. — α, Deux stylospores libres à protoplasma plus apparent β.

Fig. 7". Le même stylospore offrant un protoplasma visiblement condensé.

Fig. 8. Stylospores de la figure 7 (*Sphæropsis*) à gouttelettes centrales légèrement rosées.

Fig. 9. Stylospores précédents plus allongés.

Fig. 10. Trois jeunes stylospores d'un *Pestalozzia* terminés par une coronule offrant trois petits mamelons fort visibles.

Fig. 11. Trois jeunes stylospores *Pestalozzia* subsphériques et plus grossis.

Fig. 12. Stylospore plus avancé du même *Pestalozzia* ; la coronule est aussi plus accentuée. (Voy. la série des *Pestalozzia*. Pl. fig.)

Fig. 13. Trois spermaties issues de conceptacles communs à l'automne sur les feuilles de nos arbres fruitiers (*Discosia*).

Spermogonie du *Depazea Pomacearum*, Nob.

La spermatie a présente une masse protoplasmique finement granuleuse et non segmentée. Les deux autres sont plus avancées et cloisonnées.

Fig. 14. Groupe de très-jeunes stylospores d'un *Hendersonia*; ils reposent sur des basides à sommets largement dilatés.

Fig. 15. Les mêmes stylospores plus avancés.

Fig. 16-17-18. Apparition des cloisons qui semblent ne pas dépasser le nombre 3.

Fig. 19. Cette figure démontre que les trois cloisons sont autant de cercles parallèles.

Fig. 20-21-22-23. — Ces figures présentent une série de stylospores d'un *Hendersonia*, chez lesquels les cloisons sont diversement déviées.

Fig. 24. Trois stylospores irréguliers du même *Hendersonia*.

Fig. 25. Stylospores d'un *Morthiera*.

Échantillons recueillis aux environs de *Caen* (Calvados) et de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe).

Mois d'octobre et de novembre des années 1868-1869-1874-1875 et 1876.
Gross. : 500 diamètres.

PLANCHE IV

DÉVELOPPEMENT DES PESTALOZZIA ET DES PHRAGMIDIUM.

Fig. 1. Pycnide d'un *Hendersonia* laissant échapper des stylospores diversement développés. On distingue, parmi ces spores :

1° Des stylospores de *Sphæropsis* ;
2° Des stylospores de *Diplodia* ;
3° Des stylospores d'*Hendersonia*.

Fig. 2', 3'. Groupe de jeunes stylospores plus grossis.

Fig. 4. Très-jeunes stylospores de *Pestalozzia* chez lesquels la coronule apicilaire ne présente que trois mamelons.

Fig. 5. Stylospores de *Pestalozzia* uniloculaires 1- et 3- ciliés.

Fig. 6. Stylospores Diplo-Pestalozziens.

Fig. 7. Stylospores de *Pestalozzia* pluriseptés.

Fig. 8. Stylospores de *Pestalozzia* à loges agglomérées.

C'est l'équivalent des Phragmidies agglomérées ou Triphragmies chez les Urédinées.
Les figures 4', 5', 6', 7', 8' représentent des stylospores issus de la même pycnide, que j'ai moi-même recueillie sur une feuille de hêtre (janvier 1869) dans la forêt de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe).

Fig. 1. Sore du *Phragmidium incrassatum* offrant de nombreux stylospores diversement développés. — Les corpuscules sphériques qui occupent la base du sore sont des spores d'*Epitea*.

Fig. 2. Groupe de stylospores plus grossis pris dans le même sore.

Fig. 3. Stylospores d'*Uromyces*.

Fig. 4. Stylospores de *Puccinia*.

Fig. 5, 6, 7, 8. Stylospores de *Phragmidium*.

Fig. 13, 14. Stylospores de *Triphragmidium* pris dans le même sore.

9. Stylospores du *Phragmidium obtusum*.
10. Stylospore anormal.

11. Stylospore prolifère.

12. Stylospore de *Triphragmidium* pris dans le même sore.

Toutes ces figures sont dessinées d après des échantillons de stylospores pris dans le même sore les feuilles du *Potentilla reptans*, L., aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (octobre 1876).

Gross. : 450 diamètres.

Cette planche a pour but de montrer le développement parallèle si remarquable des stylospores des Hendersonies et Pestalozzies et des stylospores des *Phragmidies*.

PLANCHE V

GERMINATION DES DEPAZEA.

Fig. 1. Stylospores de *Pestalozzia* en voie de germination.

La spore 𝔢 a émis trois ou quatre processus producteurs de corpuscules sphériques spermatiformes.

La spore B représente un stylospore qui s'est pris à germer depuis huit jours. Les filaments-germes qu'elle a engendrés sont nombreux, peu ramifiés, formant un lacis assez fourni. Les trois protubérances ou renflements situés vers la partie supérieure des filaments représentent, à mon avis, les jeunes fruits du mycélium.

Ils ne doivent pas être confondus avec les corpuscules spermatiformes, disséminés au milieu des filaments, qui proviennent de la germination de la spore supérieure ou de celles situées dans le voisinage du stylospore B.

Échantillon recueilli en vue de la germination au centre de l'aire d'un Depazea, sur une feuille de hêtre, dans la forêt de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe), novembre 1876.

Pycnide du *Depazea diffusa*, Nob.

Fig. 2. Stylospores d'*Hendersonia* germant depuis dix jours.

Le stylospore supérieur paraît produire exclusivement des sporules spermatiformes. Les quatre autres stylospores ont émis de longs filaments, offrant trois protubérances qui ne sont autre chose que les jeunes fruits du mycélium.

Echantillon recueilli en vue de la germination, sur une feuille de Rubus aux environs de *Sillé-les-Guillaume* (Sarthe), le 20 octobre 1875.

Fig. 3. Stylospore d'un *Hendersonia* germant.

Cette germination s'est manifestée par l'émission de trois processus producteurs de spermaties et par la rupture de l'endospore.

Fig. 4. Deux stylospores du *Pestalozzia monochœta*, offrant plusieurs filaments-germes.

Stylospores pris dans une pycnide de *Pestalozzia*, conservée depuis plus d'un demi-siècle dans l'herbier Roberge.

Fig. 5. Quatre stylospores de *Diplodia* en voie de germination.

Les trois stylospores supérieurs paraissent engendrer des sporules spermatiformes ; l'autre stylospore n'émet sans doute que des filaments-germes.

Provenance du numéro précédent.

Fig. 6. Stylospores d'un *Hendersonia* en voie de germination. La spore 𝔢 paraît seule productrice de spermaties.

Fig. 7. Spores endothèques du *Depazea Chatiniana*, Nob., germant. Elles ont émis de longs filaments-germes paraissant atteindre trois ou quatre fois la longueur de la spore. Les deux protubérances ou renflements, bien visibles formés par les filaments, représentent encore les fructifications du mycélium.

Échantillon recueilli sur la tache du *Depazea Chatiniana*, Nob., aux environs de *Sillé-le-Guillaume*, le 3 janvier 1877. — Sur le *Ruscus aculeatus*, L.

Fig. 8 et 9. Spores d'un *Dilophosphora* (en voie de germination) terminées à leurs extrémités par deux faisceaux de cils rameux, caractéristiques. Ces cils paraissent s'être sensiblement allongés, en outre les spores ont émis, à l'endroit de leurs cloisons, des processus ou filaments-germes assez courts.

Échantillon recueilli sur l'aire de la tache d'un *Depazea*, le 10 octobre 1876, aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe).

Gross. 450 diamètres.

Nota. Les spores représentées dans chacune des figures précédentes, sont issues du même conceptacle.

PLANCHE VI

STYOSPXRES ET SPTORES ENDOTHÈQUES DES DEPAZEA.

Fig. 1. Thèque α et spore β du *Depazea Epilobii*, Nob.
Fig. 2. Groupe de thèques α. Thèque très-grandie β et spores isolées γ du *Depazea Pomacearum*, Nob.
Fig. 3. Thèque α et spore isolée β du *Depazea loculata*, Nob.
Fig. 4. Thèque α et spore β du *Depazea Acerum*, Nob.
Fig. 5. Thèque α et spore β du *Depazea systema solare*, Nob.
Fig. 6. Groupe de thèques α et trois spores isolées du *Depazea Duchartrei*, Nob.
Fig. 7. Thèque α et spores isolées β du *Depazea attenuata*, Nob.
Fig. 8. Thèques du *Depazea excentrica*, Nob.
Fig. 9. Thèque du *Depazea Mappa*, Bertt.
Fig. 10. Thèques du *Depazea diffusa*, Nob.
Fig. 11. Groupe de spores, montrant :
  1. La série complète des stylospores du *Diplodia* en α.
  2. La même série des stylospores de l'*Hendersonia* en β.
  3. La même série des stylospores du *Pestalozzia* en γ et γ'.

Échantillons recueillis aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe).

Gross. : 450 diamètres.

PLANCHE VII

SPORES ENDOTHÈQUES DES DEPAZEA.

Fig. 1. Thèque α, spores , et stylospores γ, du *Depazea Chatiniana*, Nob.
Fig. 2. Thèque α, spores β, γ, et stylospores ε, de la même Dépazée plus avancée.
Fig. 3. Thèques et spores du *Depazea Decaisneana*, Nob.
  α. Groupe de thèques avec leurs spores.
  ϐ. Thèque claviforme, plus grossie, à sommet nettement épaissi.
  γ. Deux spores très-grossies.
Fig. 4. Thèque et spore du *Depazea polygonorum*.
  α. Thèque octospore offrant une série de spores 1-septées, obliquement disposées, β, spore.

Fig. 5. Thèques α et spore β, légèrement verdâtres du Depazea précédent.

Fig. 6. Thèque α et spore β du *Depazea Morierei*, Nob.

Fig. 7. Thèque α et spores β, μ diversement développées du *Depazea Mazierei*, Nob.

Fig. 8. Thèque α et spores β, γ du *Depazea australis*, Nob.

La spore γ de la figure 8 montre très-nettement la transposition de deux cloisons. (Conceptacles ascophores crus sur les feuilles de plusieurs *Eustrephus* australiens.)

Echantillons recueillis aux environs de *Sillé-le-Guillaume* (Sarthe).

Gross. : 450 diamètres.

PLANCHE VIII

SPORES DES DEPAZEA.

Fig. 1. Stylospores d'*Hendersonies* issues de conceptacles crus sur les taches du *Depazea Mazierei*, Nob.

Fig. 2. Stylospores d'Hendersonies communes, à l'automne, sur les feuilles des *Rhododendrons* cultivés. — α Groupe de stylospores avec leurs basides. — β Stylospores libres, grossis et cloisonnés.

Fig. 3. Stylospores d'Hendersonies du *Depazea Pomacearum*, Nob.

α. Groupe de spores avec leurs basides. — β Un stylospore isolé et plus grossi.

Echantillon recueilli le 25 octobre 1875, aux environs de *Bourg-le-Roi* (Sarthe).

Fig. 4. Stylospores issus de conceptacles communs, à l'automne, sur les feuilles des *Bancksia*. — Type ascophore ?

Fig. 5. Stylospores d'*Hendersonies* communes, à l'automne, sur les feuilles de diverses Ericinées cultivées. — α Groupe de spores accompagnées de leurs basides ; β cinq spores isolées.

Fig. 6. Stylospores de *Diplodies* communes, vers la fin de l'automne, sur les feuilles du *Laurus nobilis* L., — α Groupe de spores très jeunes avec leurs basides. — β Spore hyaline très-jeune, offrant un protoplasma granuleux. — γ Spore d'un jaune d'ocre plus âgée. — δ Spore cloisonnée, d'un jaune citrin. — ε Même spore que la précédente prise au moment qu'elle s'ouvre à l'endroit de sa cloison. — ζ Spore présentant une gouttelette huileuse (oscule) dans chacune de ses loges. — η Spore brunie d'un *Diplodia*.

Ce dernier échantillon provenant de l'herbier Roberge et recueilli, par le même mycologue, le 15 octobre 18 4 2, aux environs de *Caen* (Calvados).

Fig. 7. Stylospores du *Diplodia Hederæ*, Desm. Pycnide du *Depazea Mazierei*, Nob.

Fig. 8. Quatre stylospores du *Diplodia Leguminis Cytisi*, Lés.

Fig. 9. Stylospores brunâtres, issus d'une Pycnide du *Depazea Chatiniana Morierei*, Nob.

α. Trois stylospores privés de gouttelettes (pores). — β Stylospores offrant chacun deux pores.

Fig. 10. Stylospores d'une pycnide (Phoma) du *Depazea Chatiniana*, Nob.

Fig. 11. Quatre stylospores de Diplodies. Pycnide du *Depazea Acerum*, Nob.

Fig. 12. Stylospores de diplodies crus également sur les taches du *Depazea Acerum*, Nob. — α. Deux stylospores, — β. quatre stylospores offrant dans leurs loges une gouttelette (pore) d'un brun rougeâtre.

Fig. 13. Stylospores hyalins communs, à l'automne, dans les pycnides du *Depazea Pomacearum*, Nob.

Fig. 14. Stylospores sphériques, à nucleus ou pore central (Sphœropsis, L.) communs à l'automne sur les taches de l'*yucca gloriosa*. Type ascophores?

Fig. 15. Stylospores issus des pycnides du *Depazea diffusa*, Nob.

Fig. 16. Sorte de stylospores hyalins, connus durant l'hiver, sur les feuilles de plusieurs végétaux exotiques. Type ascophore?

Fig. 17. Stylospores et spermaties issus d'un conceptacle mixte ou pycnide du *Depazea diffusa, Nob.*, observés à l'automne, sur les feuilles des Rosiers stylospore d'Hendersonie , offrant, sous le microscope, une teinte légèrement violette. Quatre spermaties diversement cloisonnées (Septoria).

Fig. 18. Stylospores elliptiques, manifestement jaunâtres, communs sur les feuilles de divers *Eugenia* Néo-Calédoniens (Phoma?).

α Quatre stylospores, β Stylospore plus grossi pour montrer sa double membrane, et sa gouttelette centrale. Type ascophore?

Conceptacles recueillis sur les taches Dépazéennes de divers Eugenia, rapportée de la *Nouvelle-Calédonie* par M. Vieillard.

Fig. 19. Deux stylospores d'Hendersonies nés dans des pycnides du *Depazea diffusa*, Nob.

Fig. 20. Deux stylospores elliptiques, légèrement violets sous le microscope. Pycnide du *Depazea Chatiniana*, Nob.

Pycnides observées sur les feuilles du *Smilacina stellata*, rapporté d'Amérique par M. Lesueur (Herbier du muséum.)

Fig. 21. Stylospores à une cloison, légèrement brunâtres, communs vers la fin de l'été sur les feuilles des mahonia cultivés. Type ascophore?

Fig. 22. Stylospores légèrement jaunâtres, offrant vers leur partie élargie une gouttelette ou pore sphérique. (Communs à l'automne, sur les feuilles des divers cheiranthus cultivés.)

Fig. 23. Quatre stylospores issus de pycnides crus sur les feuilles de notre *Daphne laureola*, à l'automne.

Fig. 24. Quatre stylospores présentant un pore vers leur sommet. (Communs à l'automne sur les feuilles de diverses plantes.)

Fig. 25. Stylospores à granulations du protoplasma nettement verdâtres du *Phyllosticta cruenta*. (Communs à l'automne sur les feuilles de nos *Polygonatum*.)

Fig. 26. Stylospores issus d'une pycnide du *Depazea Decaisneana*, Nob.

Fig. 27. Stylospores de Pestalozzies. α — Stylospores d'un *Pestalozzia* Néo-Calédonien.

β, γ. Stylospore d'un autre Pestalozzia bien voisin du précédent.

Provenant d'une pycnide crue sur les feuilles du *Melodium scandens*, Apocynées. — Recueilli par M. Vieillard.

δ. Stylospore du *Pestalozzia grandis*, Berk.

ε. Groupe de stylospores du *Pestalozzia hysteriiformis*, Berk.

ζ. Deux stylospores de *Pestalolozzia Guepini*, Desm.

ϰ. Stylospore d'un Pestalozzia recueilli, sur une feuille de hêtre, dans la forêt de Sillé-le-Guillaume (Sarthe). Pycnide du *Depazea diffusa*, Nob.

θ. Deux stylospores du *Pestalozzia Austro-Calédonica*, Nob. Pycnide dont le type ascophore ne nous est pas encore connu.

Les figures *i*, *x*, λ, représentent à divers états, les stylospores de la même Pestalozzie. Dans la figure *i*, le stylospore qui présente dans chacune de ses loges un pore rougeâtre, est couronné par 3 cils apicilaires très-longs.

Dans la figure, λ, c'est un appendice rameux qui couronne la spore.

Deux coronules de *Pestalozzia* qui ont été séparées de leurs stylospores à l'aide de l'ammoniaque.

Fig. 28. Trois spores de Dépazées traitées par l'ammoniaque liquide; la thèque s'est désagrégée et les spores ont revêtu une coloration noirâtre très-intense.

Fig. 29. Jeune thèque de *Depaze*, dont la teinture d'iode a envahi la masse protoplasmique.

Fig. 30. Spermatie de *Depazea* très-grossie et traitée par l'eau iodée qui a fait ressortir les cloisons auparavant inappréciables.

Fig. 31. Portion de feuille d'un végétal Néo-Calédonien ravagée en partie par un *Strigula*.

Fig. 32. Thèque du *Sphæria Mazierei*, Berk. chez laquelle la masse amyloïde traitée par l'eau iodée a revêtu une teinte bleuâtre intense.

Fig. 33. Deux stylospores du *Depazea loculata*, Nob.

Fig. 34. Stylospores pris dans une pycnide du *Depazea Chatiniana*, Nob. — Traitée par la teinture d'iode, les gouttelettes auparavant violettes ont revêtu une teinte rougeâtre très-foncée.

Fig. 34. Les gouttelettes auparavant distinctes, se sont fondues en une seule masse, sous l'influence de l'eau iodée.

Fig. 35. Stylospore de *Diplodie* d'un beau jaune citrin, noirci par l'ammoniaque.

Fig. 36. Deux thèques de *Depazea* offrant un bel exemple de *Synthécie*.

Gross. 450 diamètres.

FIN

ÉTUDE

SUR LES TÉGUMENTS SÉMINAUX

DES

VÉGÉTAUX PHANÉROGAMES GYMNOSPERMES

Par M. C. E BERTRAND
Professeur a la faculté des sciences de Lille

CHAPITRE I.

LES OVULES CHEZ LES VÉGÉTAUX PHANÉROGAMES GYMNOSPERMES

SOMMAIRE. — 1. Orthotropie des ovules des Végétaux phanérogames gymnospermes. — 2. Nombre de leurs téguments ovulaires. — 3. Leur développement. — 4. Leur chambre pollinique. — 5. Leur système vascuaire. — 6. Morphologie des ovules des Végétaux phanérogames gymnospermes et de leurs différentes parties.

1. Les ovules des Végétaux phanérogames gymnospermes sont toujours orthotropes; dressés dans les Gnétacées, les Taxinées, les Cupressinées, les Cycas; horizontaux dans les autres Cycadées et dans les *Saxe-Gothea;* renversés dans les *Podocarpus*, les Pinées, les Araucariées, les Séquoïées. Ils sont libres chez celles de ces plantes dont les ovules sont dressés ou horizontaux, longuement adhérents à leur support dans celles qui ont des ovules renversés.

2. Chaque ovule d'une plante gymnosperme présente un nucelle volumineux longuement adhérent au tégument unique qui le protége. D'un genre à l'autre l'épaisseur de ce tégument de l'ovule varie : sensiblement plus épais quand la graine doit présenter une enveloppe protectrice charnue ou simplement

plus puissante; plus mince dans le cas contraire, et ce sont alors les organes voisins qui sont chargés de protéger efficacement l'ovule. Parmi les Gymnospermes actuelles, le tégument ovulaire présente son épaisseur maximum dans les ovules des Cycadées, son épaisseur minimum dans ceux des Gnétacées.

3. L'ovule gymnosperme apparaît, au point qu'il doit occuper, sous la forme d'un mamelon cellulaire arrondi, qui s'élève plus ou moins. Bientôt, sur tout le pourtour de ce mamelon, on voit se former un bourrelet continu qui grandit rapidement. Ce bourrelet, qui n'est autre que le tégument unique de l'ovule, est souvent plus épais en deux points diamétralement opposés qui formeront les deux cornes du micropyle. Ces deux épaississements du bord du tégument ovulaire ont été regardés par plusieurs organogénistes comme l'indication de deux carpelles d'abord distincts, mais qui bientôt après se réunissent par leurs bords. Dès lors, pour ces observateurs, l'unique tégument de l'ovule des Gymnospermes représente un ovaire bicarpellé contenant un seul ovule dressé réduit à son nucelle, lequel, du reste, *adhère très-longuement à son ovaire béant*. M. Baillon a tout dernièrement rectifié ce que ces observations sur les prétendus carpelles des ovules Gymnospermes ont d'erroné, et par suite la doctrine qui en résulte. Cet observateur a décrit et figuré (1) *la naissance du tégument ovulaire unique des* Podocarpus, *l'ovaire des antigymnospermistes*, en disant qu' « *un bourrelet continu apparaît à la base du mamelon central saillant qui représente le nucelle* ». Il ne peut y avoir confusion; c'est bien là le mode de formation d'un tégument ovulaire, ce n'est nullement celui d'un ovaire. Peu importent maintenant les conclusions que l'auteur cité s'efforce de tirer du reste de son mémoire, lequel, sans le savoir, ne s'occupe plus d'ailleurs que de l'écaille ovulifère, dont il n'est pas question ici. Tout est

(1) Association française, session de Lyon, p. 505, pl. 8, fig. 10 et 11.
Sur l'organogénie florale du *Podocarpus* (séance du 28 août 1873), p. 506, on lit : « *Il produit en dernier lieu, et également sur toute la circonférence, un petit bourrelet annulaire qui...* »

dans ce fait que d'après les observations mêmes de M. Baillon, ce qui dans toutes les Gymnospermes représenterait l'ovaire des Angiospermes naît chez les *Podocarpus* comme un tégument ovulaire. Les ovules des *Podocarpus* sont donc nus, et comme ils ne diffèrent en rien des ovules des autres plantes gymnospermes, on doit donc admettre que toutes les Phanérogames gymnospermes sont dépourvues d'ovaire, c'est-à-dire que ces plantes sont bien réellement *gymnospermes*, et en cela diffèrent complétement des Loranthacées et des Balanophorées que l'on en avait rapprochées pour les besoins de la discussion.

A cette époque du développement de l'ovule, les cellules croissent et se multiplient rapidement dans les téguments ovulaires et dans le nucelle ; en même temps la région commune à ces deux organes s'allonge beaucoup, puis l'ouverture du tégument se rétrécit et le micropyle forme un bec à bords légèrement papilleux. Parfois le canal micropylaire s'allonge beaucoup avant la fécondation ; c'est ce qui se produit chez les Gnétacées. Dans ces plantes, le micropyle prend la forme d'une coupe béante toute couverte de papilles ; elles sont donc pourvues, mais seulement pour l'avoir emprunté à l'ovule même, d'un organe collecteur du pollen très-perfectionné. Dans les Conifères et les Cycadées, le canal micropylaire reste toujours assez court ; jamais avant la pollinisation il ne s'y forme de trompe micropylaire comparable à celle des *Welwitschia* et des *Ephedra*.

4. Les grains de pollen des plantes phanérogames gymnospermes traversent le canal micropylaire dans toute sa longueur, et tombent dans une chambre située au sommet du nucelle que Brongniart a nommé, en raison de ses fonctions, la *chambre pollinique*. Cette chambre pollinique existe chez toutes les Gymnospermes tant vivantes que fossiles. Brongniart pensait que cette cavité se produisait au sommet du nucelle par la résorption des cellules du mamelon d'imprégnation. En réalité, les cellules du sommet du nucelle se dissocient, s'écartent, puis les couches cuticulaires de leurs cellules épidermiques se rompent et la chambre est ouverte. Les

grains de pollen s'accumulent bientôt dans cette cavité; ils y séjournent pendant de longs mois, et, à l'abri des causes de destruction, se développent, se complètent, puis finalement émettent leurs boyaux polliniques.

La chambre pollinique se forme de très-bonne heure, bien avant l'élongation de la région de l'ovule commune à la fois au tégument ovulaire et au nucelle, avant par conséquent que la cellule mère du sac embryonnaire soit reconnaissable. La chambre pollinique est très-grande dans les Taxinées, les Podocarpées, les Abiétinées, où elle est large, mais peu profonde; elle présente son maximum de développement dans les Gnétacées et les Cycadées. C'est dans le groupe relativement moderne des Cupressinées que la cavité dont il s'agit est le plus petite (1).

Je ne puis faire connaître la chambre pollinique des végétaux gymnospermes sans dire quelques mots de sa découverte. Elle fut signalée pour la première fois par Ad. Brongniart vers la fin de l'année 1875, dans les graines silicifiées des terrains houillers supérieurs de Saint-Étienne, graines qu'il rapprochait de celles de nos Gymnospermes actuelles. En collaboration avec M. B. Renault, Brongniart chercha et trouva la chambre pollinique dans les Cycadées actuelles et dans les *Salisburia*. Depuis lors j'ai trouvé cette cavité dans toutes les Gymnospermes vivantes aujourd'hui, aussi bien dans leurs ovules que dans leurs graines fertiles ou stériles; dans bien des cas cette chambre est encore visible à l'œil nu au sommet du nucelle d'une graine mûre, c'est-à-dire à une époque où les tissus de cette région de l'ovule sont complétement transformés en parenchyme corné. Or, chacun sait combien sont nombreuses les recherches organogéniques entreprises depuis R. Brown sur les Gymnospermes, et pourtant ce n'est qu'en 1875 que la chambre pollinique, si souvent visible à l'œil nu, a été signalée pour la première fois. N'y a-t-il pas là un motif très-sérieux pour n'accepter qu'avec beaucoup de réserve les résultats de toutes ces recherches organogéniques entreprises dans le but de savoir si les Gymnospermes étaient ou non dépourvues d'ovaire (1).

---

(1) La chambre pollinique est beaucoup plus grande dans les graines stériles et vides que dans les graines fertiles.

Avec Ad. Brongniart, je suis conduit à regarder la chambre pollinique, d'après le rôle qu'elle joue dans la fécondation, comme un des attributs caractéristiques de la gymnospermie. Chez toutes les plantes phanérogames gymnospermes, en effet, et chez elles seulement, les grains de pollen viennent s'amasser au sommet du nucelle, après avoir traversé le canal micropylaire; rien dans ces plantes ne rappelle le style ni le stigmate, et par là elles se distinguent complétement de toutes les Phanérogames angiospermes. Il y a plus : la présence d'un réservoir pollinique dans l'ovule gymnosperme rend impossible l'assimilation, même physiologique, du tégument ovulaire unique des ovules des végétaux gymnospermes à l'ovaire des plantes angiospermes.

5. Un petit nombre seulement de plantes gymnospermes ont des ovules pourvus de système vasculaire. Cet appareil nous intéresse particulièrement parce que la manière dont il est disposé dans les différentes classes des Gnétacées, des Conifères, des Cycadées, permet d'établir des rapprochements entre certains genres actuels et certains genres fossiles, dont M. Grand'Eury a trouvé les graines silicifiées à Saint-Étienne.

Bien avant la pollinisation, vers le temps où la chambre pollinique se forme, les faisceaux des ovules gymnospermes, quand ces derniers en sont pourvus, sont déjà caractérisés; mais leurs éléments anatomiques ligneux et libériens ne se différencient que fort tard, lorsque la graine a atteint près de la moitié de sa taille définitive. Tous les faisceaux de l'ovule sont primaires, car tous possèdent des trachées; ils ne restent si longtemps à l'état méristématique, malgré leur primordialité, que pour pouvoir suivre l'accroissement de l'ovule. Quelque chose d'analogue se produit dans tous les faisceaux primaires qui se rendent à des organes dont le développement est considérable, eu égard au temps pendant lequel il s'accomplit.

---

(1) Depuis la note de MM. Brongniart et Renault, il n'a rien été publié sur la chambre pollinique. Toutefois je dois signaler une note de M. H. Baillon (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXXV, p. 1178 et suiv.), dans laquelle il est incidemment question de cet organe : M. Baillon parle de la chambre pollinique comme un observateur *qui ne l'a jamais vue*. Cela seul peut expliquer qu'il ait confondu l'organe dont nous parlons avec le micropyle d'ovules angiospermes unitégumentés.

Les ovules des *Welwitschia* et des *Ephedra* ne possèdent pas de système vasculaire; c'est tout au plus si vers la base de leur colonne ovulaire on rencontre quelques éléments trachéens globuleux, qui sont la terminaison du système vasculaire de l'axe floral.

Les ovules des *Gnetum* possèdent un réseau vasculaire très-développé, dont les nombreux faisceaux sont disposés circulairement à la périphérie de la colonne vasculaire. Ces faisceaux s'élèvent du hile jusque dans la partie libre du tégument ovulaire où ils s'éteignent; jamais ils ne s'infléchissent dans la partie libre du nucelle. Les trachées de chacun de ces faisceaux sont situées entre le centre de figure de leur section transversale et le centre de figure de la section transversale de l'ovule tout entier.

Les ovules des Conifères actuelles sont presque tous dépourvus de système vasculaire; seuls les ovules des genres *Cephalotaxus* et *Torreya*, de la famille des Taxinées, présentent des faisceaux. Dans ces deux genres, le système vasculaire de l'ovule comprend deux gros faisceaux diamétralement opposés, dont le plan de symétrie commun est parallèle au plan principal de la bractée mère. Chacun de ces deux faisceaux a le centre de figure de sa section transversale compris entre ses trachées et le centre de figure de la section transversale de l'ovule tout entier. En d'autres termes, plus brièvement, mais sans précision, les trachées sont extérieures. Les deux faisceaux en question sont très-larges, ils ne se ramifient pas; et sauf dans les *Torreya* où ils traversent deux fois vers sa base le noyau ligneux de la graine mûre, ils demeurent dans la région charnue du tégument séminal et s'y élèvent en s'éteignant jusque près du micropyle. Les ovules très-petits des *Taxus* et des *Phyllocladus*, plantes très-voisines des *Cephalotaxus* et des

Torreya, n'ont pas de système vasculaire peut-être uniquement parce que ce dernier n'a pas de place pour se développer, le noyau ligneux de leur graine étant contigu à leur assise cellulaire sous-épidermique.

Les ovules de nos Cycadées, de même que ceux des Cycadées fossiles de Saint-Étienne, possèdent un double système de faisceaux; les uns extérieurs par rapport à la coque ligneuse de la graine mûre, les autres intérieurs par rapport à cette même enveloppe. Le système vasculaire extérieur se distribue dans l'enveloppe charnue qui recouvre le noyau ligneux; le système vasculaire intérieur, qui possède un plus grand nombre de faisceaux que le premier, se distribue dans la région commune au tégument et au nucelle, en dedans de la coque ligneuse qu'il traverse à la base. Les faisceaux extérieurs s'élèvent jusque dans le voisinage de l'orifice externe du micropyle; les faisceaux intérieurs s'éteignent dans la partie libre du tégument ovulaire, ils ne pénètrent pas dans la partie libre du nucelle. Tous les faisceaux tant intérieurs qu'extérieurs du réseau ovulaire des Cycadées sont orientés de la même manière que ceux du cercle vasculaire unique des Gnétacées.

6. Pour terminer l'étude des ovules des Végétaux gymnospermes, il ne me reste plus qu'à faire connaître la nature morphologique de l'ovule, du nucelle et du tégument ovulaire dans les principaux groupes de ces végétaux.

A. GNÉTACÉES.

Prenons comme premier type de l'ovule des Gnétacées celui des *Welwitschia*.

Pour déterminer la valeur morphologique de l'ovule et de ses parties dans les *Welwitschia*, je suis obligé de faire connaître l'organisation de leur fleur tout entière.

L'axe de l'inflorescence de *Welwitschia mirabilis* porte une série de feuilles ou bractées primaires opposées deux à deux et connées à leurs bases. Chaque paire est en croix avec la paire qui la précède et avec celle qui la suit. Dans l'aisselle de chacune des bractées primaires on trouve une seule fleur. La fleur complète représente, par rapport à l'ensemble de la plante, un bourgeon complet dont l'axe est du quatrième degré. Chaque fleur, en allant de la base au sommet de l'axe floral, présente :

1° Une paire de petites bractées libres, opposées, très-fugaces, dont le plan principal commun est perpendiculaire au plan principal de la bractée primaire, dans l'aisselle de laquelle la fleur est née. Les éléments anatomiques des faisceaux de ces bractées ne se différencient pas.

2° Une paire de larges bractées connées, opposées, également fugaces. Ce second verticille alterne avec le précédent. Les éléments anatomiques des faisceaux de ces secondes bractées ne se différencient pas.

3° Une paire de larges bractées connées persistantes. Chacune des bractées de ce troisième verticille porte sur son bord trois filets aplatis, terminés chacun par une anthère triloculaire à déhiscence apicale punctiforme. Ce verticille forme donc un véritable tube staminal qui enferme le reste de la fleur. Chaque filet staminal, recevant un faisceau qui s'éteint sous l'anthère, le tube staminal présente six faisceaux, trois pour la bractée de droite, trois pour la bractée de gauche. Les trachées de ces vaisseaux regardent le centre de la fleur.

4° Enfin, au centre de la fleur on trouve un seul ovule orthotrope, dressé. unitégumenté. Cet ovule se compose d'une colonne cylindro-conique, prolongement et terminaison de l'axe floral; et d'une enveloppe cellulaire cylindrique, née sur le pourtour de la base de cette colonne, qui l'enferme et le cache complétement. L'enveloppe cellulaire se prolonge en un tube grêle terminé par un micropyle évasé. Les faisceaux, au nombre de deux diamétralement opposés, qui se rendent à l'ovule, ne pénètrent que dans la région inférieure de la colonne ovulaire et s'y éteignent bientôt.

Si, comme il y a tout lieu de l'admettre, le nucelle de l'ovule de *Welwitschia* représente le prolongement réel et la terminaison de l'axe floral, le tégument ovulaire représente le dernier verticille d'appendices de cet axe; par conséquent, il représente deux feuilles opposées connées, chacun des verticilles précédents de cet axe floral ayant cette même composition. L'ovule tout entier des *Welwitschia* représente donc un axe et sa dernière paire d'appendices, et la nature foliaire du tégument ovulaire ne suffit pas pour l'assimiler à un ovaire, comme l'a fait M. Mac Nab (1).

La valeur morphologique de l'ovule, du nucelle et du tégument ovulaire, dans les *Ephedra*, est exactement la même que celle des parties homologues des *Welwitschia*.

L'ovule des *Gnetum* est le second type de l'ovule des Gnétacées. Cet ovule mérite une mention particulière, à cause des deux enveloppes accessoires qui l'entourent, et dont la plus intérieure a été considérée comme un second tégument ovulaire. L'ovule des *Gnetum* est orthotrope, dressé, unitégumenté, et la disposition des faisceaux de son réseau vasculaire me porte à croire que la valeur morphologique de cet organe et de ses parties est encore identique à celle des parties homologues des *Welwitschia*. Faute de matériaux suffisants, je ne puis déterminer la valeur morphologique de l'enveloppe ligneuse, noire, brillante, qui entoure la graine des *Gnetum*; elle n'appartient pas à l'ovule, ce n'est pas un deuxième tégument ovulaire. Cette enveloppe correspond-elle à l'enveloppe ligneuse des *Ephedra?* C'est probable. Serait-ce un arille dont le développement du système vasculaire est extraordinaire ? Les descriptions et les figures organogéniques de M. Beccari (2) et de M. Strasburger (3) sont trop incomplètes et trop peu certaines pour permettre de résoudre la question dans un sens ou dans l'autre.

---

(1) W. R. Mac Nab, *On the Development of the Flowers of* Welwitschia mirabilis (*Transact. of the Linnean Society of London*, vol. XXVIII, p. 507 et suiv.).

La conclusion de cette note de M. Mac Nab est que l'ovule de la fleur hermaphrodite des *Welwitschia* est angiosperme et réduit au nucelle, tandis que l'ovule de la fleur femelle de la même plante est gymnosperme et unitégumenté. Or, entre les fleurs hermaphrodites et les fleurs femelles, je n'ai trouvé de différences que dans l'absence des anthères au tube staminal de la fleur femelle; je ne puis donc admettre l'exactitude des figures publiées par M. Mac Nab.

(2) Beccari, *Nuovo Giornale botanico italiano*, vol. IX, p. 91-100, tab.

(3) Ed. Strasburger, *Die Gnetaceen und die Coniferen*. Iena, 1872.

B. CONIFÈRES.

De même que pour les Gnétacées, la valeur morphologique de l'ovule des Conifères et de ses parties ne peut être déterminée qu'en la rattachant à celle de la fleur femelle de ces végétaux. L'examen de l'ovule seul ne permet pas de résoudre la question dont nous allons nous occuper.

La fleur femelle des Conifères est construite sur un seul type dont je prendrai pour exemple la fleur des Pinées (1). Chacune des parties de l'inflorescence femelle des *Pinus*, dont l'ensemble est désigné sous le nom de *cône*, comprend :

1° Une bractée pourvue d'un seul faisceau primaire, dont les trachées sont comprises entre le centre de figure de sa section transversale et le centre de figure de la section transversale de l'axe qui la porte. Cette bractée est donc une feuille comparable à la feuille des *Abies*. On l'appelle *bractée primaire*, ou encore *bractée mère*.

2° L'*axe* d'un bourgeon né dans l'aisselle de cette bractée mère. Les faisceaux primaires de cet axe, au nombre de deux, trois, cinq, huit, treize, au lieu de se disposer circulairement autour de sa ligne de symétrie, restent tous dans un plan tangent à la génératrice de ce rameau qui est diamétralement opposée à la bractée mère. Par suite, les trachées de chacun de ses deux, trois, cinq, huit faisceaux, sont situées entre le centre de figure du faisceau considéré et l'axe de symétrie du rameau supposé fermé. Ce rapport me permet de conclure que j'ai bien affaire, dans l'organe en question, à un *axe développé* comme je l'ai dit ci-dessus ; lequel axe, par suite de son *développement*, a pris l'aspect d'une lame foliacée (2). Cette lame foliacée est nommée *écaille ovulifère*.

---

(1) *Sciadopitys*, *Monophylla*, *Pinus*, *Cedrus*, *Picea*, *Larix*, *Pseudolarix*, *Tsuga*, *Pseudotsuga*, *Abies*.

(2) On rencontre des *axes développés de la même manière* que les écailles ovulifères des *Pinus*, et d'apparence foliacée, chez le *Sciadopitys verticillata* et chez le *Pinus monophylla* : ce sont mes lances vertes qu'on appelle impro-

3° Des ovules au nombre de deux dans le cas particulier des *Pinus*, qui naissent sur le dos de l'écaille ovulifère, par conséquent entre celle-ci et l'axe du cône. Ces ovules sont orthotropes, leur base d'insertion est très-étendue. Les développements ultérieurs ne feront qu'accroître la surface de la région commune au support et à l'ovule. Aucun faisceau ne se rend à l'ovule. De là je conclus que :

L'ovule des *Pinus* représente une masse parenchymateuse de la région dorsale de l'écaille ovulifère, sans aucune signification morphologique définie ; à plus forte raison, les valeurs morphologiques du nucelle et celle du tégument de cet ovule sont-elles indéterminées.

Comparons aux *Pinus* les types des différentes familles de la classe des Conifères.

Dans les *Saxe-Gothea*, la bractée mère, très-grande, porte enchâssée dans une cavité de sa base une toute petite écaille ovulifère membraneuse, libre, laquelle embrasse, sans lui adhérer, un seul ovule sans faisceau, dont la signification morphologique est indéterminée.

Dans les *Podocarpus*, la bractée mère porte une grande écaille ovulifère qui revêt comme d'un capuchon un seul ovule orthotrope renversé, unitégumenté (1), en lui adhérant très-longuement. La signification morphologique des parties de l'ovule est encore ici tout à fait indéterminée.

Dans les *Cephalotaxus* et les *Torreya*, chaque ovule orthotrope dressé est enveloppé par une demi-écaille, ovulifère à

---

prement les feuilles de ces plantes. Dans un travail que j'ai publié en 1874 sur l'anatomie comparée des feuilles des Gnétacées et des Conifères, j'ai regardé ces lames vertes du *Sciadopitys* et du *Pinus monophylla* comme des *appendices* différents des feuilles ordinaires des Conifères, ne tenant compte alors que de leur symétrie bilatérale. Aujourd'hui, pensant qu'un axe peut, *en se développant* comme je l'ai décrit, présenter apparemment une symétrie exclusivement bilatérale, je regarde ces organes comme des *axes*, et je qualifie d'*aiguilles* tous les axes ainsi développés. Jusqu'ici je n'ai rencontré d'*aiguilles* que chez les Conifères.

(1) Et non anatrope bitégumenté, comme M. Van Tieghem l'a dit dans sa critique des observations de MM. E. Faivre et A. Gris. L'opinion à laquelle je reviens, a d'abord été exprimée par Robert Brown.

laquelle il adhère dans toute l'étendue de sa surface ; si bien que le tégument ovulaire de ces plantes représente une moitié d'écaille ovulifère enroulée en cornet autour d'un point de végétation central, qui représente le nucelle.

Dans les *Taxus* et les *Phyllocladus* nous pouvons, vu l'affinité de ces genres avec les *Cephalotaxus* et les *Torreya*, admettre pour la signification morphologique des parties de leurs ovules, une valeur analogue à celle que nous avons admise pour les parties homologues des ovules des deux derniers genres. Toutefois, vu la composition particulière de la fleur femelle des *Taxus* et des *Phyllocladus*, leur tégument ovulaire peut représenter une écaille ovulifère tout entière.

Des Abiétinées proprement dites aux Taxinées proprement dites, en passant par les *Saxe-Gothea* et les *Podocarpus*, nous avons pu suivre une tendance générale de l'écaille ovulifère à embrasser, en le recouvrant comme un capuchon, l'ovule ou les ovules qu'elle porte, à leur adhérer de plus en plus, et finalement à se confondre avec le tégument ovulaire dans les *Torreya* et les *Cephalotaxus*.

A la base de l'ovule des Taxinées proprement dites se développe un arille, qui devient très-grand dans les *Taxus* et les *Phyllocladus*. La valeur morphologique de cet arille est celle d'une simple prolifération annulaire du parenchyme de la base de l'écaille ovulifère.

La forme de la fleur femelle des *Salisburia* diffère de celle de toutes les autres Conifères, et par ce caractère comme par une foule d'autres, ces plantes forment un groupe monotype tout à fait distinct. L'écaille ovulifère des *Salisburia* est allongée en un pédoncule nettement séparé de la bractée mère. Cette écaille ovulifère porte vers son sommet un certain nombre d'ovules que M. Van Tieghem a cru devoir assimiler à des lobes de feuille, et que pour ma part je ne regarde que comme des proliférations parenchymateuses de l'aiguille ovulifère dont la valeur morphologique ne peut être déterminée, car elles ne reçoivent pas de faisceau.

Les *Araucaria* ne diffèrent des *Pinus* que par l'adhérence de leur bractée mère avec leur écaille ovulifère. Chaque écaille ovulifère ne porte qu'un seul ovule médian renversé, longuement adhérent à l'écaille et sans faisceau. Les *Dammara* et les Séquoïées ne diffèrent des *Araucaria* que par le nombre des ovules que porte chaque écaille.

Dans toutes les Cupressinées, la bractée mère et l'écaille ovulifère adhèrent par toute leur surface de contact; les ovules, très-petits, sont insérés, en général, au nombre de deux vers la base de l'écaille et paraissent dressés; ils sont dépourvus de faisceaux, et leur valeur morphologique ne peut être déterminée.

En résumé, dans les Conifères, l'ovule représente un lobe arenchymateux qui s'élève sur le dos de l'écaille ovulifère, entre celle-ci et l'axe de l'inflorescence. Dans quelques cas, ce lobe peut embrasser toute l'écaille qui est employée à former la partie extérieure du tégument ovulaire.

C. CYCADÉES.

J'ai fait connaître la disposition et l'orientation du double réseau vasculaire des ovules des Cycadées (page 63). Si j'ajoute : 1° qu'aucun de ces faisceaux ne présente le développement ligneux intérieur qui caractérise le faisceau foliaire de nos Cycadées actuelles dans son parcours à travers la feuille ; 2° que les faisceaux ovulaires ne sont en rapport avec ceux de la pièce qui porte les ovules que par l'intermédiaire de *masses de trachées arrondies*, c'est-à-dire que les faisceaux de l'ovule ne sont pas *les terminaisons* des faisceaux de la pièce qui le porte, c'est-à-dire que l'ovule ne partage pas la nature morphologique de son support, je serai très-porté à considérer l'ovule des Cycadées comme représentant morphologiquement un axe. Ce serait comme un nouveau point de végétation né, soit en un point quelconque du bord d'une foliole, comme dans les *Cycas*, soit en des points déterminés, toujours les mêmes, comme dans les autres Cycadées.

CHAPITRE II.

TRANSFORMATIONS DES TÉGUMENTS OVULAIRES DES VÉGÉTAUX PHANÉROGAMES GYMNOSPERMES EN TÉGUMEMTS SÉMINAUX.

Sommaire. — 1. Fermeture du canal micropylaire. — 2. Formation des téguments séminaux membraneux. — 3. Formation des téguments séminaux mi-partie charnus et mi-partie ligneux, ou mi-partie secs et mi-partie ligneux (α. origine et formation du noyau ligneux; β. origine et formation des lames cornées intérieures; γ. origine et formation des couches extérieures). — 4. Arilles.

1. Peu de temps après l'arrivée des grains de pollen dans la chambre pollinique, le canal micropylaire se ferme; il suffit, pour amener ce résultat, d'un très-faible accroissement des cellules du canal micropylaire, ou même d'un simple épaississement de leurs couches cuticulaires extérieures. Tel est le procédé général de fermeture du canal micropylaire des Gymnospermes. Les Gnétacées pourtant procèdent d'une manière un peu différente. Dans ces plantes, en effet, sitôt après la pollinisation, l'orifice de l'enveloppe protectrice de l'ovule se resserre, le canal micropylaire est écrasé à ce niveau, fermé de vive force; et le plus habituellement la partie supérieure de cet organe, celle qui porte la trompe, se détache et tombe.

2. Suivant que le tégument séminal de la graine mûre des Végétaux gymnospermes doit être presque nul (*Gnétacées*), mince, membraneux (*Cupressus, Cryptomeria*), mi-partie sec et mi-partie ligneux (*Pinées*, *Biota*), mi-partie charnu et mi-partie ligneux (*Cycadées*, *Salisburia*), nous trouvons quelques légères différences dans la manière dont leurs téguments ovulaires se transforment en téguments séminaux.

Le tégument séminal si réduit des Gnétacées se forme de la manière suivante : Pour suivre l'augmentation de l'ovule fécondé, les cellules du tégument ovulaire, surtout dans la région où ce tégument n'est pas distinct du nucelle, se divisent radialement et transversalement un certain nombre de fois, puis tous les éléments formés croissent en conservant des dimensions à peu près isodiamétriques; mais bientôt elles sont comprimées entre la paroi du sac embryonnaire et la coque protectrice solide de la graine (tube staminal des *Welwitschia*, enveloppe bractéenne ligneuse des *Ephedra*, coque ligneuse noire des *Gnetum*). En se développant, le sac embryonnaire écrase tous les tissus qui se trouvent entre lui et la coque protectrice de la graine, tous ces tissus passent à l'état de parenchyme corné. La lame cornée qui revêt l'amande est simple dans la plus grande partie de son étendue; ce n'est que vers le sommet de la graine qu'elle est double : le feuillet extérieur représentant la partie libre du tégument ovulaire, le feuillet profond étant dû au mamelon d'imprégnation. On retrouve dans ce dernier la chambre pollinique et les grains de pollen qui s'y sont accumulés. Dans les *Gnetum*, la surface de la pellicule cornée qui revêt l'amande est abondamment pourvue de faisceaux écrasés.

3 α. Dans toutes les autres Gymnospermes, après l'époque de la pollinisation, on voit apparaître dans les cellules fondamentales du tégument, plus ou moins profondément suivant les genres, une série de cloisons parallèles à la surface de l'ovule, une sorte de cambiforme diffus, dont les produits, pour suivre l'accroissement de l'ovule, se redivisent ultérieurement de manière à donner des cellules sensiblement isodiamétriques. Ces cloisonnements secondaires ont lieu tantôt plus tôt, tantôt plus tard, de sorte que le résultat final traduit plus ou moins nettement l'origine et la nature subéreuse du nouveau tissu. Les figures qui se rapportent au *Salisburia* (fig. 5, 6, pl. 13), au *Taxus* (fig. 11, pl. 11), au *Juniperus* (fig. 13, pl. 12), donnent de la manière d'être du tissu en question une idée beaucoup plus nette que ne pourraient le faire les plus longues descriptions. A peine arrivées à leurs dimensions définitives, les cellules isodiamétriques à la formation desquelles nous venons d'assister, lignifient leurs parois. Ce travail de lignification commence toujours dans la région du tégument séminal qui entoure le canal micropylaire (fig. 11, pl. 12), et de là rayonne peu à peu sur toute la surface de la

graine en descendant vers la chalaze. Quand les cellules de cette dernière sont tout à fait lignifiées, les faisceaux qui la traversent sont nettement coupés, et l'orifice qui leur livrait passage est obstrué si bien que, dans plusieurs cas, il est impossible extérieurement d'en soupçonner l'existence. Je ne puis décrire la formation de la coque ligneuse des graines gymnospermes, sans donner quelques explications sur l'origine des perforations que l'on remarque de chaque côté du noyau ligneux de la graine des *Torreya*, dans le plan principal de symétrie de cette graine. Lorsque la lignification du noyau ligneux de la graine des *Torreya* approche de la région où les deux faisceaux de l'écaille ovulifère le traversent très-obliquement, on voit se former autour de chacun des faisceaux, dans la partie de son trajet où il traverse la coque ligneuse, un étui de petites cellules très-serrées, fortement épaissies, qui forment un canal cylindrique ou elliptique capable de résister aux plus fortes pressions. L'entrée et la sortie du canal présentent chacune une lèvre prolongée, surtout la lèvre inférieure, de façon à protéger le faisceau le plus longtemps possible, de telle sorte qu'il soit à l'abri des poussées intérieures (fig. 1 à 6, pl. 11).

Une autre particularité du noyau ligneux de quelques graines gymnospermes qui mérite d'être mentionnée, c'est la présence de lignes de déhiscence dans leur coque solide. A cet effet, suivant certains plans définis par l'axe de symétrie de la graine et les crêtes saillantes du noyau, les cellules du tissu subéreux n'ont pas lignifié leurs parois. Les graines ainsi organisées présentent donc des plans de rupture dans leur tégument séminal; celui-ci s'ouvre sous l'action de forces très-faibles s'exerçant de dedans en dehors, sans pour cela que sa puissance de résistance aux actions de forces s'exerçant de dehors en dedans soit sensiblement diminuée (fig. 9, 10, 13, pl. 12).

3 β. L'enveloppe ligneuse ou noyau de la graine des Gymnospermes formée, tout ce qui reste dans son intérieur des tissus de l'ovule sera écrasé contre elle et réduit à l'état d'une mince pellicule cornée, sans faisceau chez les Conifères; pourvue d'un riche réseau vasculaire écrasé chez les Cycadées.

Cette lame cornée est simple dans la plus grande partie de son étendue, là où elle dérive de la partie interne de la région commune au tégument et au nucelle. Vers le sommet de la graine, elle est double, et son feuillet intérieur est formé par la partie libre du nucelle, au sommet de laquelle on retrouve encore la chambre pollinique. Le feuillet extérieur représente la partie intérieure au noyau des tissus de la partie libre du tégument; par là, Conifères et Cycadées se distinguent des Gnétacées, chez lesquelles la lame cornée qui recouvre les restes du nucelle représente la partie libre du tégument séminal tout entière.

Ultérieurement à la période de dilatation de l'amande et à la formation de la pellicule cornée, qui tapisse la coque ligneuse, succède une période de dessiccation pendant laquelle l'amande se contracte d'autant plus que la graine est plus ancienne. Il arrive souvent que la lame cornée se sépare de la coque ligneuse sur une étendue variable, et qu'il se forme entre les deux une cavité dont la présence a induit en erreur certains observateurs qui ont cru pouvoir rapporter à la partie libre du nucelle les deux lames cornées qui séparent la cavité en question du sac embryonnaire. Les conséquences d'une pareille faute sont surtout à redouter pour la détermination des affinités des graines silicifiées.

3 γ. La région des tissus du tégument séminal extérieure à son noyau ligneux, présente d'un genre à l'autre quelques variations. Elle est réduite à son extrême simplicité dans les *Phyllocladus* et dans les *Taxus*, puisqu'elle ne comprend dans ces deux genres que deux rangs de cellules : l'un, extérieur, formé par les cellules épidermiques fortement cuticularisées; l'autre, placé directement sous l'épiderme, formé de grandes cellules à parois minces (fig. 9 à 14, pl. 11). La région des tissus séminaux extérieurs au noyau ligneux de la graine ne comprend également que deux rangs de cellules chez les *Pinus;* dans quelques espèces de ce genre, cette lame superficielle se détruit et la coque ligneuse reste à nu. Dans les Cupressinées, la couche extranucléaire du tégument séminal est un peu plus épaisse que dans les genres précédents; et, en général, de

chaque côté de la graine elle forme une bande aliforme plus ou moins large, formée d'une double lame épidermique, entre lesquelles s'étend plus ou moins loin une lame de tissu fondamental. Souvent même des glandes résinifères apparaissent dans ce dernier tissu (fig. 8, 9, pl. 13). Enfin, dans les genres dont le noyau ligneux est recouvert extérieurement d'une couche charnue, les parois des cellules des tissus extérieurs du tégument restent minces, à l'exception pourtant des parois externes des cellules épidermiques. Les cavités de toutes les cellules se gorgent de matières résineuses, de cellulose gélifiée, d'amidon et de matières sucrées, voire même de matières colorantes. De nombreuses glandes résinifères ou gommeuses se forment dans ce tissu. L'oxalate de chaux s'y accumule sous forme de macles parfois très-volumineuses. La couche charnue du tégument séminal des Conifères est en général dépourvue de faisceau; seuls les genres *Cephalotaxus* et *Torreya* présentent dans cette région deux faisceaux dont les trachées sont extérieures (1). Dans les Cycadées au contraire la partie charnue du tégument séminal contient de nombreux faisceaux dont les trachées sont intérieures.

4. Sous l'ovule de plusieurs Gymnospermes nous avons vu le parenchyme cortical du pédoncule multiplier ses cellules et former des enveloppes accessoires que j'ai désignées sous le nom d'arilles. Après la pollinisation, les cellules du tissu fondamental de ces arilles se divisent un grand nombre de fois; elles conservent leurs parois minces, gorgent leurs cavités de matières gommo-résineuses, et forment ainsi des organes de dissémination indirecte, souvent fort utiles. C'est dans le genre *Taxus* que l'arille prend le plus grand développement et qu'il joue le rôle le plus important; il présente dans ce genre une belle teinte rouge vif.

---

(1) Dans la région charnue du corps, que l'on regarde comme la graine des *Podocarpus*, on trouve un seul faisceau à trachées extérieures : c'est le faisceau de l'écaille ovulifère.

CHAPITRE III.

DISPOSITIONS DES TÉGUMENTS SÉMINAUX DANS LES PRINCIPAUX GENRES DES VÉGÉTAUX GYMNOSPERMES (1).

SOMMAIRE. — 1. Gnétacées. — 2. Conifères. — 3. Cycadées.

1. GNÉTACÉES.

Le tégument séminal des Gnétacées est membraneux, presque nul, réduit à une mince pellicule cornée dont les cellules constitutives ont conservé leurs parois minces. La pellicule cornée qui représente tout le tégument séminal est simple dans la plus grande partie de son étendue ; vers le sommet de la graine, cette pellicule est formée de deux feuillets dont j'ai fait connaître l'origine.

Dans les *Ephedra* et les *Welwitschia*, on ne trouve d'éléments vasculaires qu'à la chalaze, encore n'y trouve-t-on que deux masses de trachées arrondies. Dans les *Gnetum*, toute la surface du tégument séminal est pourvue d'un réseau vasculaire très-développé, dont les faisceaux à trachées intérieures sont tous disposés sur un seul rang. Tous ces caractères, ainsi que ceux des enveloppes accessoires de la graine des *Gnetum*, que je ferai connaître au chapitre suivant, se retrouvent dans plusieurs graines fossiles silicifiées provenant des terrains houillers supérieurs. M. B. Renault avait signalé cette affinité tout à fait imprévue, qui se trouve aujourd'hui pleinement justifiée. La classe des Gnétacées remonte donc à une antiquité beaucoup plus grande qu'on ne le supposait, surtout depuis la publication du tableau généalogique des Gymnospermes de M. Strasburger.

2. CONIFÈRES.

A. **Taxinées.**

a. *Torreya.*— Le tégument séminal des *Torreya* comprend : 1° une couche épidermique fortement cuticularisée à petites cellules ; 2° une couche de cellules à parois minces, comprenant cinq à huit rangs de cellules ; cette zone est criblée de glandes résinifères ; 3° une coque ligneuse formée de cellules isodiamétriques dans presque toute son étendue ; 4° une lame cornée simple dans la plus grande partie de son étendue, double seulement vers le sommet de la graine ; les cellules de cette région ont conservé leurs parois minces : selon le degré d'écrasement qu'elles ont subi, on peut plus ou moins aisément les reconnaître.

---

(1) Ce chapitre et le suivant ont pour but de faciliter la comparaison des graines des genres actuels des Gymnospermes avec les graines fossiles silicifiées.

Deux faisceaux à trachées extérieures pénètrent dans l'intérieur de la coque ligneuse, au centre de la chalaze, par deux trous très-voisins. Chacun de ces faisceaux se rend dans le canal de la coque ligneuse le plus voisin de lui ; il sort de la coque vers le cinquième inférieur de celle-ci, et monte dans la région charnue jusque près du micropyle.

Les deux pores de la coque ligneuse des *Torreya* caractérisent cette graine, à la base de laquelle on trouve un petit renflement arillaire (fig. 1 à 6, pl. 11).

b. *Cephalotaxus.* — Le tégument séminal des *Cephalotaxus* diffère de celui des *Torreya* par l'absence de pores à la coque ligneuse ; il en résulte que ses deux faisceaux sont constamment plongés dans la région extérieure charnue du tégument. Cette région charnue est un peu plus épaisse que chez les *Torreya.*

c. *Taxus.* — Le tégument séminal des *Taxus* est caractérisé par : 1° de petites cellules épidermiques à couches cuticulaires très-épaisses ; 2° une assise hypodermique à cellules à parois minces très-allongées perpendiculairement à la surface de la graine ; 3° l'absence de région charnue et de faisceaux ; 4° la grande épaisseur de sa coque ligneuse, dont les deux lignes de déhiscence sont souvent invisibles.

Un arille très-développé, rouge, enveloppe cette graine. Cet organe est dépourvu de faisceau ; les parois de ses cellules, toutes isodiamétriques, sont très-minces.

d. *Phyllocladus.* — C'est au tégument séminal des *Taxus* qu'il faut comparer celui des *Phyllocladus.* Les différences que l'on constate entre ces deux genres sont : la réduction de la coque ligneuse des *Taxus* à un seul rang de cellules prismatiques très-épaissies chez les *Phyllocladus*, et la réduction de l'arille des *Taxus* à une lame sèche formée de deux ou trois rangs de cellules seulement.

B. **Salisburiées.**

Salisburia. — Le tégument séminal des *Salisburia* comprend : 1° Une couche de cellules épidermiques d'un rang de cellules à cuticule épaisse. 2° Une zone très-développée de cellules à parois minces, gorgées de résine, de matières oléagineuses : entre ces cellules on trouve de grosses glandes résinifères ; peu à peu cette zone passe à la région suivante, c'est-à-dire que ses cellules deviennent de plus en plus petites, et qu'à mesure qu'elles diminuent de taille, l'épaisseur de leurs parois augmente. Cette zone charnue extérieure ne contient pas de faisceaux. 3° Une zone ligneuse formée de cellules extérieures isodiamétriques, petites, tandis que les cellules profondes sont légèrement allongées longitudinalement. 4° Une zone cornée simple dans la plus grande partie de son étendue, double vers le sommet de la graine, fréquemment détachée de la coque ligneuse.

Parfois les éléments intérieurs légèrement allongés de la coque ligneuse des *Salisburia* prennent des ponctuations dont l'aspect rappelle celles qu'on observe ordinairement sur les éléments ligneux, et qui ont fait penser à une prolongation des faisceaux chalaziens dans la coque ligneuse ; il n'en est rien. Je signale cette apparence pour montrer combien dans certains cas, sur des graines silicifiées incomplètes, on peut être fort embarrassé pour savoir si l'on a affaire à une Conifère ou à une Cycadée.

C. **Podocarpées.**

a. *Podocarpus.* — Vu l'adhérence de l'écaille ovulifère des *Podocarpus* à la graine, je considérerai le corps qu'on désigne souvent sous le nom de baie des *Podocarpus* comme étant une graine, et cela parce que si un pareil organe se trouvait à l'état fossile engagé dans de la silice, il serait impossible, à première vue, de le distinguer d'une graine.

L'enveloppe de la pseudo-graine des *Podocarpus* comprend : 1° Une couche épidermique recouvrant une zone cellulaire, dont les éléments possèdent des parois cellulaires peu épaisses. Vers le micropyle, cette couche, au lieu d'être unique, est double ; le micropyle est en quelque sorte entouré par une lèvre formée uniquement aux dépens du système épidermique et du tissu fondamental sous-jacent. Le trou micropylaire et le hile se touchent. Un faisceau unique à trachées extérieures part du hile et contourne la coque ligneuse sur une étendue variable de sa surface. Ce faisceau reste constamment dans la zone charnue du tégument séminal. De nombreuses glandes résinifères se forment dans cette région charnue. 2° Une coque ligneuse qui rappelle celle des *Taxus;* 3° une lame cornée intérieure semblable à celle des *Salisburia.*

b. *Saxe-Gothea.* — Le tégument séminal des *Saxe-Gothea* diffère de celui des *Podocarpus* par l'absence, sur la plus grande partie de sa surface, de la portion charnue qui représente l'écaille ovulifère.

D. **Abiétinées.**

Pinus. — Le tégument séminal des *Pinus* comprend : 1° Une couche d'un seul rang de cellules épidermiques. Cette couche épidermique ne se distingue nulle part de l'épiderme supérieur de l'écaille ovulifère, dans l'épaisseur de laquelle l'ovule semble avoir été modelé. 2° Une couche de cellules sous-épidermiques à parois minces très-ondulées, fort aplaties, se continuant avec les cellules de la surface de l'écaille. 3° Une coque ligneuse très-puissante dans le genre *Pinus*, moins forte dans les genres voisins. Cette couche ligneuse est formée de cellules isodiamétriques dont les parois se sont très-fortement épaissies. 4° Enfin la lame cornée intérieure que nous avons vue dans les genres précédents.

Remarquons d'abord qu'aucun faisceau ne se rend à cette graine, laquelle ne présente les deux premières couches du tégument séminal que sur une très-minime portion de sa surface. Cela tient à ce qu'une lame subéreuse a détaché la graine de l'écaille ovulifère. Cette lame subéreuse se prolongeant beaucoup en arrière de la graine et à une très-petite distance de la surface supérieure de l'écaille ovulifère, il en résulte que le petit lambeau d'épiderme qui couvre un côté de la graine se prolonge en arrière de celle-ci et forme une aile unilatérale. L'aile de la graine des Pins est donc une lame mince des tissus superficiels de l'écaille, détachée de celle-ci par le prolongement de la lame subéreuse qui sépare la graine de l'écaille, et non le résultat d'un bourgeonnement de la région chalazienne de l'ovule fécondé.

E. **Araucariées.**

Araucaria. — La graine demeure complétement enchâssée dans la partie dorsale de l'écaille ovulifère; la structure superficielle du tégument séminal ne diffère donc pas de celle de l'écaille. Elle comprend une couche d'épiderme renforcée d'assises de fibres hypodermiques, puis vient un tissu parenchymateux pourvu de glandes résinifères et de faisceaux sur l'une des faces de la graine (sur sa face adhérente). La coque ligneuse offre cette disposition particulière que ses cellules sont allongées en fibres, et ces fibres elles-mêmes sont solidement enchevêtrées. Le tégument séminal, quoique très-mince, présente, grâce à cette disposition de ses fibres constitutives, une grande puissance. Sous la coque ligneuse nous trouvons la lame cornée intérieure.

F. **Séquoiées.**

Sequoia. — Le tégument séminal des *Sequoia* comprend : 1° une couche de cellules épidermiques petites de dimensions, renforcée de quelques fibres hypodermiques; 2° une couche de cellules à parois minces (1) : dans cette deuxième zone on remarque de grosses glandes résinifères; 3° une zone cornée dont les éléments sont très-peu aplatis, tellement que, dans la région où cette zone cornée devient double, chacune des parties constituantes (partie libre du nucelle et région profonde de la partie libre du tégument ovulaire) est nettement distincte.

---

(1) Cette zone ne contient pas de faisceau.

Toutes les autres Séquoïées ont leur tégument séminal disposé comme celui des *Sequoia*.

De chaque côté de la graine les deux premières couches du tégument séminal des *Sequoia* forment une aile assez étendue.

G. **Cupressinées.**

a. *Callitris.* — Le tégument séminal des *Callitris* ne diffère pas de celui des *Sequoia*.

b. *Cupressus.* — Le tégument séminal des *Cupressus* ne diffère de celui des *Sequoia* que par l'absence à peu près complète de fibres hypodermiques, et par la présence d'une coque ligneuse formée par la lignification de quelques rangs de cellules de la zone de tissu fondamental. L'épaisseur de la coque ligneuse est sujette à de grandes variations. Aux deux angles de la coque on reconnaît des lignes de déhiscence très-nettement indiquées.

c. *Biota.* — Le tégument séminal du *Biota orientalis* ne diffère de celui du *Cupressus* que par l'absence des ailes marginales et la plus grande épaisseur de sa coque ligneuse.

Les téguments séminaux de toutes les Cupressinées rentrent dans l'un quelconque des trois types de structure : *Callitris*, *Cupressus* ou *Biota*.

3. CYCADÉES.

Le tégument séminal des Cycadées est mi-partie charnu et mi-partie ligneux. Ce tégument comprend : 1° Une couche d'un seul rang de cellules épidermiques dont les dimensions sont fort petites. Ces cellules sont gorgées d'une matière colorante jaune ou rouge ; elles peuvent présenter des poils uni- ou bicellulaires. (*Cycas*, *Ceratozamia*), ou être complétement glabres (*Encephalartos*). On peut trouver quelques stomates sur cet épiderme. 2° Une couche assez épaisse de cellules à parois minces ou peu épaisses, gorgées d'amidon (1). Cette assise est creusée de nombreuses glandes gommo-résineuses. L'épaisseur de cette zone peut être uniforme sur toute la surface de la graine (*Cycas*), ou bien, dans la région micropylienne de la graine, elle peut présenter un très-grand développement ; il en résulte, en avant de la graine, un gros bec cylindrique charnu (*Encephalartos*). Un réseau vasculaire composé de faisceaux à trachées intérieures, tous disposés sur un seul rang, s'étend de la chalaze au micropyle dans toute l'étendue de la zone charnue. 3° Une coque ligneuse à cellules extérieures isodiamétriques, à cellules intérieures un peu aplaties radialement en même temps qu'allongées fortement dans le sens de la longueur. 4° Enfin une lame cornée simple dans la plus grande partie de son étendue, double vers le sommet de la graine. Les cellules de la lame cornée sont très-fortement aplaties, et souvent le réseau vasculaire qu'elle contient (1) ne peut plus être mis en évidence, sauf dans la région de la chalaze.

---

(1) Outre l'amidon, ces cellules peuvent contenir des macles cristallines d'oxalate de chaux, et dans l'*Encephalartos Altensteinii*, des matières colorantes jaunes.

CHAPITRE IV.

ENVELOPPES ACCESSOIRES DES GRAINES DES VÉGÉTAUX GYMNOSPERMES. ORGANES DISSÉMINATEURS DES GRAINES DE CES VÉGÉTAUX.

SOMMAIRE. — A. Enveloppes accessoires des graines des végétaux gymnospermes. — 1. Gnétacées : a. *Welwitschia*. — b. *Ephedra*. — c. *Gnetum*. — — 2. Conifères et Cycadées. — B. Organes disséminateurs des graines des végétaux gymnospermes. — 1. Organes de dissémination directe. — 2. Organes de dissémination indirecte.— 3. Tableau résumant par classes et par familles, les modes et les organes de dissémination.

A. — ENVELOPPES ACCESSOIRES DES GRAINES DES VÉGÉTAUX GYMNOSPERMES.

1. GNÉTACÉES.

Toutes les Gnétacées actuelles présentent autour de leurs graines des enveloppes protectrices que l'on a longtemps considérées et que l'on considère encore bien à tort comme dépendant de la graine. Certains auteurs en ont fait des téguments séminaux, d'autres des enveloppes ovariennes. Comme la présence de ces enveloppes supplémentaires est pour le paléobotaniste une source de très-grandes difficultés dans les rapprochements qu'il peut chercher à établir entre les plantes fossiles et les plantes actuelles, il importe beaucoup de connaître leur structure anatomique.

---

(1) Ce réseau vasculaire est surtout très-visible dans les graines de *Dioon*.

a. *Welwitschia.*

L'enveloppe protectrice ailée, chargée de disséminer les graines des *Welwitschia*, résulte de la transformation du tube staminal de leur fleur. A cet effet, sitôt après la pollinisation, les anthères tombent, l'orifice du tube staminal se rétrécit, et ses bords latéraux s'étendent pour former deux grandes ailes marginales. A quelque âge que ce soit, le tube staminal présente six faisceaux à trachées intérieures, trois à droite, trois à gauche. Comme éléments anatomiques, ce tube est formé de dehors en dedans : 1° d'une lame de petites cellules épidermiques ; 2° d'une couche de deux rangs de petites cellules isodiamétriques ; 3° d'une assise de cellules isodiamétriques, petites, à parois plus épaisses que les celulles de l'assise n° 2. Dans les ailes, ces cellules de l'assise n° 3 s'allongent beaucoup perpendiculairement à la graine. Cette zone n° 3 est la région externe de la très-mince enveloppe ligneuse qui entoure la graine, c'est elle qui fournit la membrane des ailes. 4° D'une couche de cellules à parois légèrement lignifiées, allongées parallèlement à l'axe de la graine ; 5° d'une double rangée de cellules à parois minces reliant les cellules de la couche n° 4 à la couche épidermique interne, dont les cellules sont très-grandes et couvertes de couches cuticulaires puissantes.

Cette structure du tube staminal transformé en enveloppe protectrice de la graine ne diffère en rien de celle d'une paroi ovarienne. Est-ce pour cela un ovaire ? Personne, je crois, ne le soutiendra sérieusement.

b. *Ephedra.*

Les enveloppes accessoires des graines des *Ephedra* résultent de la transformation des deux bractées connées de chaque fleur femelle, et des dernières paires de feuilles connées du rameau qui la porte. Les deux bractées donnent naissance à la coque ligneuse noire; les feuilles du rameau qui porte les fleurs donnent les enveloppes charnues rouges.

La coque solide qui protége chaque graine d'*Ephedra*, et qui provient de la transformation des deux bractées connées de chaque fleur femelle, se reconnaît, à quelque âge que ce soit, à ses deux faisceaux à trachées intérieures, qui sont placés en regard l'un de l'autre dans chacun de ses deux angles. Anatomiquement, cette coque solide se compose : 1° d'une lame de cellules épidermiques à parois épaisses, à couches cuticulaires très-développées ; 2° d'un rang de cellules hypodermiques à parois légèrement épaisses ; 3° d'une assise de trois à huit rangs de cellules isodiamétriques ou légèrement aplaties, dont les parois sont minces : c'est dans la région profonde de cette zone que courent les deux faisceaux dont il a été question plus haut ; 4° d'une puissante couche de fibres hypodermiques à parois fortement épaisses ; 5° d'une assise d'un seul rang de cellules épidermiques. On trouve des stomates aussi bien sur l'épiderme interne (couche n° 5) que sur l'épiderme externe (couche n° 1) de la coque solide des *Ephedra*. Sur le bord de cette enve- on remarque que les cellules épidermiques internes sont légè- loppe rement papilleuses ; or, en se resserrant, cet orifice étrangle le canal micropylaire, et les villosités des cellules épidermiques produisent le même effet que les dents d'une pince.

Chacun des lobes de chacune des enveloppes charnues présente toujours deux faisceaux parallèles dont les trachées sont intérieures. Anatomiquement, il se compose d'une double lame épidermique entre les feuillets de laquelle on trouve des cellules du tissu fondamental ; leurs parois cellulaires deviennent très-minces ; leurs cavités se gorgent de matières résino-gommeuses, peut-être même légèrement sucrées. La matière colorante rouge de ces enveloppes est surtout abondante dans les cellules épidermiques.

c. *Gnetum*.

La graine des *Gnetum* présente deux enveloppes accessoires : l'interne ligneuse, noire, brillante; l'externe charnue ou coriace, qui peut présenter dans quelques espèces une belle teinte rouge-cerise.

La coque ligneuse intérieure se compose anatomiquement de dehors en dedans : 1° d'une assise d'un seul rang de petites cellules épidermiques à couches cuticulaires assez puissantes; 2° d'une zone de tissu, dont les cellules externes sont sphériques, petites, à parois minces, et dont les cellules internes sont allongées longitudinalement; les parois de ces derniers éléments commencent à s'épaissir. C'est dans cette zone n° 2 qu'on trouve les faisceaux tous disposés circulairement sur un seul rang, tous ayant leurs trachées vers le centre de la section transversale de la coque. Les plus gros faisceaux dessinent sur la surface extérieure de l'enveloppe ligneuse des sortes de côtes, si bien que cette enveloppe semble formée par la réunion d'un certain nombre de valves soudées par leurs bords. La zone libérienne des faisceaux de la coque est complétement écrasée, la zone ligneuse est peu modifiée ; ceux des éléments de cette région qui sont le moins transformés sont les fibres ligneuses secondaires. Vers sa région antérieure, le faisceau est protégé par des fibres épaissies : ce sont des cellules du tissu fondamental qui se sont fibrifiées et sclérifiées. 3° D'une assise d'un seul rang de grosses fibres allongées longitudinalement, à parois très-épaisses; 4° d'une assise de trois ou quatre rangs de cellules à parois très-épaisses et allongées parallèlement à la surface intérieure de la coque ligneuse; 5° enfin d'une zone d'un seul rang de cellules épidermiques à parois assez épaisses. Ces cellules *se détachent facilement des précédentes, et le moindre frottement suffit pour les enlever*. Il devient alors très-difficile de limiter ultérieurement l'enveloppe ligneuse; et pour peu, comme c'est ici le cas, qu'il y ait une certaine ressemblance, entre les cellules épidermiques du tégument séminal et les cellules du tissu fondamental de ce même tégument ; pour peu qu'elles soient fripées, on peut admettre que primitivement il y avait adhérence du tégument séminal à l'enveloppe ligneuse accessoire, et identifier au tégument séminal des Cycadées l'ensemble de l'enveloppe ligneuse et du tégument séminal des Gnétacées. Des erreurs de cette nature sont très-faciles à commettre, et pour ainsi dire impossibles à rectifier dans l'étude des graines fossiles silicifiées.

L'ensemble des zones 3 et 4 donne à l'enveloppe ligneuse accessoire de la graine des *Gnetum* une structure qui rappelle celle des parois ovariennes. C'est encore un exemple d'organes différents qui présentent la même structure anatomique dès qu'ils ont à jouer le même rôle physiologique.

Anatomiquement, l'enveloppe accessoire, charnue coriace, de la graine des *Gnetum* comprend : 1° une zone de petites cellules épidermiques à parois minces ; 2° une zone de petites cellules isodiamétriques, parmi lesquelles sont mélangées parfois en grand nombre de petites cellules très-rameuses sclérifiées ; 3° une masse de cellules plus grandes que les précédentes, à parois également minces : parmi ces cellules on trouve de grandes cellules sclérifiées très-rameuses ; au milieu de la zone n° 3 on rencontre un cercle de faisceaux à trachées intérieures ; 4° une rangée de petites cellules épidermiques très-difficiles à bien montrer, et de ce fait pourrait résulter pour des graines silicifiées la possibilité de rapporter la coque charnue coriace des Gnétacées à la zone extérieure de leur coque ligneuse, et par suite au tégument séminal lui-même. Un tel tégument semblerait avoir une zone extérieure charnue avec deux cercles vasculaires : l'interne provenant de la coque ligneuse, l'externe provenant de la coque charnue.

Quant à l'origine de ces deux enveloppes accessoires des *Gnetum*, les matériaux dont je disposais, les seuls que j'aie pu me procurer, grâce à M. Decaisne, ne me permettent pas de résoudre cette question.

2. Conifères et Cycadées.

Les enveloppes accessoires des graines des Conifères sont toutes de nature arillaire ; on ne les rencontre que dans les

Taxinées et les Salisburiées : nous les avons étudiées en faisant connaître les téguments séminaux de ces plantes.

Chez les Cycadées actuelles, la graine n'a jamais d'enveloppe supplémentaire.

B. — ORGANES DISSÉMINATEURS DES VÉGÉTAUX GYMNOSPERMES.

1. *Organes de dissémination directe.*

Les organes de dissémination directe des graines gymnospermes consistent en :

1° Deux ailes membraneuses symétriques, résultant de l'élargissement des bourrelets marginaux formés par les tissus épidermiques et sous-épidermiques des angles du tégument séminal. Cette disposition se rencontre chez toutes les Séquoïées et chez un grand nombre de Cupressinées.

2° Une aile membraneuse unilatérale postérieure, formée par une lame superficielle des tissus de l'écaille ovulifère détachée de cet organe par la même lame subéreuse que celle qui en sépare la graine. Exemple : toutes les Pinées.

3° Deux ailes membraneuses symétriques résultant de l'élargissement des bords de l'écaille ovulifère. Cette disposition se rencontre chez les *Araucaria* du sous-genre. *Eutassa*.

4° Deux ailes membraneuses symétriques résultant de l'élargissement des côtés du tube staminal transformé en enveloppe protectrice. Exemple : *Welwitschia*.

2. *Organes de dissémination indirecte.*

Les organes de dissémination indirecte des Gymnospermes consistent en coques solides recouvertes de lames charnues comestibles. Examinons les diverses origines de chacune de ces deux zones.

a. La coque ligneuse provient :

1° Du tégument séminal entier dans les genres *Taxus*, *Phyllocladus*, *Juniperus*, *Saxe-Gothea*.

2° De la partie profonde du tégument séminal dans toutes les *Cycadées*, et dans les genres *Torreya*, *Cephalotaxus*, *Salisburia*.

3° De la partie de l'écaille ovulifère qui avoisine la graine; ou mieux de la région commune à ces deux organes : dans le *Podocarpus*.

4° De l'enveloppe bractéenne de la fleur tout entière, ou de ses tissus profonds, dans les *Ephedra* et dans les *Gnetum*.

b. La masse charnue qui recouvre la coque ligneuse provient :

1° De la zone extérieure des tissus du tégument séminal dans les *Cycadées*, les *Cephalotaxus* (1), les *Torreya*, les *Salisburia*.

2° D'une enveloppe arillaire dans les *Taxus*.

3° De l'écaille ovulifère dans les *Podocarpus*.

4° De la bractée mère dans les *Saxe-Gothea*.

5° De l'écaille ovulifère et de la bractée mère dans les *Juniperus*.

6° Des dernières feuilles du rameau qui porte la fleur dans le *Phyllocladus* et les *Ephedra*.

7° Peut-être d'une enveloppe bractéenne extérieure dans les *Gnetum*.

---

(1) Dans les *Torreya* et les *Cephalotaxus*, cette région extérieure des téguments ovulaires dépend de l'écaille ovulifère.

3. TABLEAU résumant par classes et par familles, es modes et les organes de dissémination des graines des végétaux gymnospermes.

I. GNÉTACÉES		Dissémination directe.	Deux ailes symétriques.		*Welwitschia.*
		Dissémination indirecte.	Coque ligneuse bractéenne.	Coque charnue bractéenne.	*Gnetum.*
				Coque charnue foliaire.	*Ephedra.*
II. CONIFÈRES.	1. Salisburiées	Dissémination indirecte.	Coq. lign. et coq. ch. séminales.		*Salisburia.*
	2. Taxinées.	Dissémination directe.	Coq. lign. et coq. ch. séminales.		*Torreya*, 2 trous à la coq. lign
					Cepholataxus, pas de trou à la coque lign.
			Coq. lign. séminale.	Coq. charn. rillaire.	*Taxus.*
				Coq. charn. foliaire, arille sec.	*Phyllocladus.*
	3. Podocarpées.	Dissémination indirecte.	Coq. lig. séminale.	Coq. charn. dérivée de l'écaille ovulif.	*Podocarpus.*
				Coq. charn. dérivée de la bractée mère.	*Saxe-Gothea.*
	4. Abiétinées.	Dissémination directe.	Une aile uni-latérale postér...		toutes les *Abiétinées.*
	5. Araucariées	Dissémination directe.	Sans organes spéciaux.		*Araucaria* (s.-g. *Colymbea*).
			Deux ailes symétriques.		*Araucaria* (s.-g. *Eutassa*).
	6. Séquoiées.	Dissémination directe.	Deux ailes symétriques.		toutes les *Séquoïées.*
	7. Cupressinées	Dissémination directe.	Sans organes spéciaux.		*Biota.*
			Deux ailes symétriques.		*Cupressus.* *Callitris*, etc.
		Dissémination indirecte.	Coque ligneuse séminale et coque charnue dérivée de l'écaille.		*Juniperus.*
III. CYCADÉES		Dissémination directe.	Coque ligneuse et coque charnue séminales.		toutes les *Cycadées.*

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE 9.

Welwitschia mirabilis Hook.

Fig. 1. Fleur hermaphrodite. — f^{n3}, bractée primaire ; f'^{4}, première paire de bractées florales ; f''^{4}, deuxième paire de bractées florales ; *t. st.*, tube staminal ; *et*, étamines médianes ; *et*, étamines latérales ; *m*, micropyle.

Fig. 2. Les deux premières paires de bractées florales.

Fig. 3. Le tube staminal et l'ovule d'une fleur hermaphrodite.

Fig. 4. L'ovule. — N, nucelle ; T, tégument.

Fig. 5. Le tube staminal après la chute des anthères. Les lignes noires indiquent le trajet des faisceaux.

Fig. 6. Section transversale du tube staminal et de l'ovule d'une fleur ☿. Chaque faisceau staminal est indiqué par la même lettre que l'étamine correspondante.

Fig. 7. Le tube staminal accru, transformé en organe protecteur et disséminateur de la graine. Derrière le tube, la bractée primaire. — *A. t. st.*, aile du tube staminal.

Fig. 8. Orifice du tube staminal resserré autour du micropyle.

Fig. 9. Portion moyenne d'une section transversale du tube staminal accru et du tégument séminal. — *ee. t. st.*, épiderme externe du tube staminal ; *tf. t. st.*, tissu fondamental du même organe : les éléments anatomiques de ce tissu se sont différenciés en quatre couches ; les deux moyennes ont des parois épaissies fortement ; *en*, épiderme du nucelle.

Fig. 10. La chambre pollinique : *pl.* grains de pollen germant ; *cn.*, cuticule du nucelle.

Ephedra.

Fig. 11. Deux fleurs femelles sitôt après la pollinisation. — f''^{3}, enveloppe bractéenne de la fleur femelle ; f^{v2}, f^{iv2}, f'''^{2}, f''^{2}, f'^{2}, feuilles connées du rameau qui porte les fleurs. Pour les autres lettres, voy. *Welwitschia.*

Fig. 12. Section radiale principale d'une fleur femelle sitôt après la maturation de la graine. — SE, sac embryonnaire ; *ch. pl.*, chambre pollinique ; *ch. pr.*, chambre protectrice comprise entre la graine et son enveloppe bractéenne.

Fig. 13. Section transversale d'une graine et de son enveloppe protectrice, faite très-près de son sommet.

PLANCHE 10.

Ephedra.

Fig. 1. Portion d'une section transversale de l'enveloppe bractéenne de la graine mûre. — *ce* B épiderme externe de cette enveloppe ; *he* B, son hypoderme externe; *tf* B, son tissu fondamental; *hi* B, son hypoderme interne; *ei* B, son épiderme interne.

Fig. 2. Portion d'une section transversale du tégument et du nucelle d'une graine mûre; ces deux enveloppes sont aplaties et presque transformées en parenchyme corné.

Gnetum.

Fig. 3. Section radiale d'une graine et de ses deux enveloppes accessoires. — E^1, première enveloppe accessoire; E^2, enveloppe extérieure coriace.

Fig. 4. Section transversale d'une graine et de ses deux enveloppes accessoires.

Fig. 5. Section radiale de la chambre pollinique, de la partie libre du tégument et de la partie libre du nucelle.

Fig. 6. Section transversale du tégument séminal (région commune au tégument et au nucelle), montrant un faisceau, ses fibres protectrices et la lame cornée qui tapisse le sac embryonnaire.

Fig. 7. Portion d'une section transversale de l'enveloppe E^1, montrant la section d'un faisceau.

Fig. 8. Même section que la précédente dans l'intervalle de deux faisceaux. — *ee* E^1, épiderme externe; *tf* E^1, tissu fondamental (α, cellules isodiamétriques; β, cellules allongées longitudinalement, à parois encore peu épaissis; γ, fibres épaissies allongées longitudinalement, disposées sur un seul rang; δ, deux ou trois rangs de fibres épaissies parallèles à la surface interne de l'enveloppe et perpendiculaires aux fibres de la couche γ); *ei* E^1, épiderme interne. Les cellules de cette zone se détachent facilement de l'assise δ.

Fig. 9. Section radiale de l'enveloppe E^1 entre deux faisceaux.

Fig. 10. Portion d'une section transversale de l'enveloppe coriace E^2 entre deux faisceaux. — *ee* E^2, épiderme externe de cette enveloppe; *ei* E^2, son épiderme interne.

Fig. 11. Moitié d'une section radiale de la chalaze de la graine et de ses deux enveloppes accessoires. — fE^2, faisceau de l'enveloppe E^2; *f*.TN., faisceau de l'enveloppe séminale.

PLANCHE 11.

Torreya nucifera S.Z.

Fig. 1. Base de la coque ligneuse de la graine. — *ch*, chalaze; L^{ex}, lèvre extérieure; *Cr*, crin passant par la chalaze et le canal qui aboutit à la lèvre L^{ex}.

Fig. 2. La chalaze de la même graine et les deux lèvres extérieures par lesquelles sortent des crins (vue extérieure).

Fig. 3. La chalaze de la même graine et les deux lèvres intérieures. — L^{in} (vue intérieure); Or^{ext}, orifices chalaziens; Or^{in}, orifices internes des canaux latéraux.

Fig. 4. Section radiale principale d'un canal latéral, montrant le trajet des crins des figures 1, 2, 3.

Fig. 5 et 5 *bis*. Les deux lèvres externes d'une même coque.

Fig. 6. Orientation des deux faisceaux de la graine.

Cephalotaxus Fortunei.

Fig. 7. Section transversale d'une graine prise très-près du sommet de celle-ci. — *ch.*A., chambre antérieure comprise entre la partie libre du tégument et la partie libre du nucelle ; *gl*, glandes résinifères ; L, liber ; B, bois ; V, noyau ; ligneux marqué quelquefois (*tf. t. v.*).

Fig. 8. Portion de la figure 7 grossie.

Taxus baccata Tourn.

Fig. 9. La graine et son arille.

Fig. 10. Section radiale principale d'une jeune graine sitôt après la pollinisation. — *Ar*, arille.

Fig. 11. Portion d'une section transversale du tégument d'une graine mûre.

Phyllocladus rhomboidalis.

Fig. 12. La graine, son arille et son enveloppe accessoire. — *Br*, bractées connées devenant charnues pendant la maturation.

Fig. 13. Section radiale de la graine et de l'arille.

Fig. 14. Portion d'une section transversale du tégument séminal d'une grain mûre.

Saxe-Gothea conspicua Lindl.

Fig. 15. L'ovule enchâssé dans la bractée mère et recouvert par l'écaille ovulifère. — *Br*, bractée mère; F_{br}, son faisceau ; B, bois de ce faisceau ; L, son liber ; *aig*, écaille ovulifère ; F_{aig}, son faisceau ; *Ov*, l'ovule.

Fig. 16. Section radiale principale d'un ovule à nucelle tuméfié et de l'écaille ovulifère.

Fig. 17. — Section radiale principale d'une graine de l'écaille ovulifère et de sa bractée.

PLANCHE 12.

Podocarpus bracteata.

Fig. 1. L'ovule recouvert de son écaille ovulifère, adhérent à la bractée mère.

Fig. 2. Section transversale d'ensemble de la figure 1.

Fig. 3. Le micropyle en saillie hors du capuchon formé par l'écaille ovulifère.

Fig. 4. Section radiale principale de l'ovule, de son écaille ovulifère et de sa bractée mère.

Fig. 5. Même section que dans la figure 4 après la fécondation. (*tf. t. v*, représente ici les débuts de la coque ligneuse.

Fig. 6. Même section que les figures 4 et 5 (dans une graine mûre).

Cupressinées.

Fig. 7. Graine de *Callitris quadrivalvis*. — A, ses ailes.

Fig. 8. Demi-section transversale de la région inférieure d'une graine mûre de *Cupressus funebris*. — L^D, ligne de déhiscence.

Fig. 9. Section transversale de la région inférieure d'une graine mûre de *Biota orientalis*.

Fig. 10. Demi-section transversale de la région inférieure d'une graine mûre de *Callitris quadrivalvis*.

Fig. 11. Portion d'une section radiale de la partie libre du tégument ovulaire de *Cryptomeria japonica*, montrant les directions des cloisonnements qui donnent le noyau ligneux et la lame cornée intérieure.

Fig. 12. Portion d'une section transversale du tégument séminal d'une graine mûre de *Biota orientalis*.

Fig. 13. Même figure que ci-dessus, mais dans la région d'une ligne de déhiscence du noyau. Cette figure est prise chez le *Juniperus communis*.

PLANCHE 13.

Salisburia adiantifolia Smth.

Fig. 1. Section radiale d'un ovule après la pollinisation, vers le moment où s'accomplit la fécondation. — *tf. t,* γ, tissu de la partie libre du tégument ovulaire, qui se transformera en parenchyme corné ; *tf. t.* φ ou *tf. n.* φ, de la région commune au tégument et au nucelle, qui se transformera aussi en parenchyme corné ; *tf. t.* G, région charnue du tégument séminal ; *ch.* A', chambre produite par décollement du tissu corné d'avec le tissu de la coque ligneuse.

Fig. 2. Section radiale de la graine mûre et fertile.

Fig. 3. Portion d'une section transversale d'une graine mûre, mais stérile.

Fig. 4. Section radiale de la chambre pollinique au moment où elle se forme au sommet du nucelle.

Fig. 5. Section transversale du tissu du noyau ligneux de la graine.

Fig. 6. Section radiale du tissu du noyau ligneux de la graine. — *ex*, extérieur ; *in*, intérieur. Les derniers éléments épaissis internes présentent souvent des ponctuations qui les font ressembler à des éléments ligneux.

PLANCHE 14.

Fig. 1. Section radiale de l'ovule du *Pinus silvestris* à l'époque de la pollinisation. — S', lame subéreuse qui détache l'épiderme de la graine. Cette lame se prolonge : d'une part, avec la lame S'', qui détache une pellicule superficielle sur l'écaille ovulifère, laquelle forme l'aile postérieure unilatérale des graines des Pinées ; et, d'autre part, avec la lame S''', qui séparera la graine de l'écaille ovulifère.

Fig. 2. Section radiale de la chambre pollinique de *Ceratozamia mexicana*.

Fig. 3. Vue de la surface de la cuticule du nucelle de *Ceratozamia mexicana* au moment de la formation de la chambre pollinique.

Fig. 4. Section radiale d'une graine de *Cycas circinalis*.

Fig. 5. Section transversale d'une graine jeune de *Cycas revoluta*. — F^e, faisceaux extérieurs ; F^i, faisceaux intérieurs.

OBSERVATIONS

SUR LES MODIFICATIONS DES VÉGÉTAUX

SUIVANT LES CONDITIONS PHYSIQUES DU MILIEU

Par Gaston BONNIER et Ch. FLAHAULT.

Pendant les mois d'août et de septembre 1878, nous avons fait une exploration botanique de la péninsule scandinave entre 59° et 64° de latitude. Nous nous sommes proposé de comparer les résultats des observations faites dans ce voyage avec ceux que nous avons obtenus, l'un dans les Alpes et les Pyrénées, l'autre dans le nord de la France.

Un grand nombre d'auteurs se sont occupés d'étudier les modifications que présentent les végétaux suivant les conditions dans lesquelles ils croissent (1). Si nous donnons ici le résultat de nos observations sur ce sujet, c'est surtout pour exposer la manière dont nous les avons faites; nous ne nous sommes pas contentés de recueillir des listes de plantes, récoltées en herborisation, de faire des calculs statistiques d'après des flores, et de jeter un coup d'œil général sur la distribution des végétaux.

---

(1) Citons, par exemple, les ouvrages suivants :

De Candolle, *Géographie botanique raisonnée*, 2 vol. Genève, 1855.

Ch. Martins, *Voyage botanique le long des côtes de Norvége*, 1846. — *Du Spitzberg au Sahara*. Paris, 1866.

Grisebach, *Vegetationscharakter von Hardanger* (*Archiv. für Naturgesch.*, X).

Christ, *Die Verbreit der Pflanz. in der alp. Reg. der Alpenkette* (*Geogr. Jarber*. II).

Andersson, *Plantes cultivées de la Suède*. (*Ann. sc. nat.*, 5ᵉ série, t. VII.

Nous avons tenu à noter avec soin la *fréquence relative* des espèces aux diverses localités, à baser nos comparaisons sur des faits que nous avons constatés nous-mêmes. Les nombres que nous citons s'appliquent, autant que possible, à la totalité des végétaux.

En outre, certains points sur lesquels on a recueilli jusqu'à présent fort peu d'observations ont attiré notre attention d'une façon plus spéciale : par exemple, les *différences* que présentent entre elles les variations avec l'altitude et les variations avec la latitude; l'influence différente de la quantité absolue de vapeur d'eau contenue dans l'air et de l'état hygrométrique; la variation de la production des liquides sucrés chez les mêmes plantes avec l'altitude et la latitude, etc.

Indépendamment des observations que nous avons faites au point de vue des modifications que peuvent présenter les végétaux eux-mêmes, indiquons d'abord, d'une manière générale, comment nous avons opéré quand il s'est agi d'étudier leur distribution.

Chaque fois que les conditions locales nous ont paru suffisantes pour déterminer un changement intéressant dans la flore, nous avons dressé la liste complète de toutes les plantes que nous avons remarquées. Nous les avons ensuite rangées par ordre de fréquence, plaçant d'abord les espèces qui forment le fond de la végétation, puis les espèces abondantes, enfin les espèces moins répandues ou exceptionnelles. Nous avions soin de noter la situation en latitude et en altitude de la région observée, ainsi que les conditions d'humidité du sol ou de l'air. Dans les pays montagneux nous marquions, autant qu'on pouvait le faire, les limites inférieure et supérieure de l'extension des espèces répandues, en observant l'exposition du versant considéré.

Dans notre voyage en Scandinavie, nous avons dressé une quarantaine de listes faites de cette manière, dans des localités déterminées dont nous avons cherché à faire varier les conditions le plus possible. Nous insistons sur cette manière bien simple de procéder, parce qu'on ne saurait déduire rien de sérieux sur la distribution des végétaux, si l'on n'avait seulement à sa disposition que des listes de plantes récoltées.

La répartition des plantes et leurs variations peuvent tenir à deux sortes de circonstances d'ordre tout différent.

Il y a d'abord les influences qu'on a appelées *historiques*, qui tiennent à des phénomènes géologiques, tels que l'époque glaciaire par exemple. L'introduction des plantes par les cultures, par les animaux qui ont transporté leurs graines ou par des circonstances qu'on peut regarder comme purement accidentelles, comme l'arrivée de l'*Erigeron canadensis* L. en Europe, rentrent encore dans cet ordre de causes qui ne sont pas en rapport direct avec les conditions locales.

D'autre part, la distribution des plantes et les plantes elles-mêmes varient avec les *influences physiques actuelles* du milieu dans lequel elles vivent.

Les premières de ces causes dépendent de lois dont nous n'avons aucune idée ; leur étude exige un nombre considérable d'hypothèses difficiles à justifier. Dans l'état actuel de nos connaissances, on pourrait presque dire qu'elles s'exercent comme au hasard.

Les influences physiques actuelles, au contraire, sont susceptibles d'une mesure précise, d'une observation suivie et régulière. Leurs variations entraînent chez les végétaux des variations correspondantes dont on connaît même quelquefois les lois et qu'on peut, pour ainsi dire, prévoir à l'avance. Elles sont en outre susceptibles d'être reproduites par l'expérience, isolées les unes des autres ou variées à volonté. Leur étude prend par là un caractère scientifique que ne sauraient avoir actuellement les premières.

C'est pour cela que nous avons choisi une contrée où ces premières influences soient presque complétement éliminées et où les secondes présentent des variations considérables. Il résulte en effet, de la comparaison des listes dressées par nous en Scandinavie, que, dans la région explorée, lorsque les conditions physiques sont les mêmes dans deux localités, leurs flores sont, pour ainsi dire, identiques, sauf pour quelques espèces peu répandues (1).

Ainsi, dans cette contrée, les premières influences dont nous avons parlé ont été trop faibles pour masquer d'une manière sensible les influences physiques actuelles, ce qui donne un intérêt beaucoup plus grand à l'étude de ces dernières. Nous ne parlerons donc ici que des variations des végétaux avec les conditions physiques du milieu dans lequel ils croissent.

Donnons d'abord nos résultats tels qu'ils se sont présentés à l'observation; nous chercherons ensuite à rattacher plus rationnellement les modifications observées aux causes qui ont pu les produire.

I

INFLUENCES DUES A LA LATITUDE ET A L'ALTITUDE.

Si l'on s'avance du sud au nord dans les régions septentrionales, ou bien si l'on fait l'ascension d'une haute montagne, les conditions physiques au milieu desquelles croissent les végétaux varient dans le même sens. Dans les deux cas, à mesure qu'on se déplace, on rencontre successivement les différentes lignes isothermiques, dont les températures s'abaissent de plus en plus.

Cette analogie de variations en entraîne nécessairement d'autres. Ainsi, lorsque la température moyenne est devenue suffisamment basse, il se forme des glaciers et des névés dont le voisinage influe sur les végétaux; l'eau dans le sol est par suite plus abondante.

---

(1) Nous n'avons pas exploré une région assez étendue pour pouvoir entreprendre une critique des travaux qui ont été faits relativement à l'immigration des plantes en Scandinavie, aux époques géologiques récentes. Disons seulement que dans les pays que nous avons parcourus, nous n'avons pu reconnaître toujours les flores nettement délimitées par M. Blytt. Lorsque nous avons observé des variations générales dans la flore, elles nous ont toujours paru résulter des influences physiques actuelles.

Sur cette question historique de l'immigration, on consultera avec fruit les ouvrages suivants : Areschoug, *Bitrag till den Skand. Veget. Hist.* Lund, 1866. — A. Blytt. *Essay on the immigration of the Norwegian Flora.* Christiania, 1876.

On comprend donc facilement que sous ces influences analogues, les végétaux subissent des variations analogues. Mais si, lorsqu'on s'élève en latitude ou en altitude, les conditions physiques varient dans le même sens, il ne faut pas croire que ce soit avec la même intensité relative. Ainsi, la quantité de lumière reçue pendant l'été augmente, il est vrai, dans les deux cas, mais par des causes différentes et dans des proportions qui ne sont pas comparables. Sous les hautes latitudes, c'est la grande longueur des jours d'été qui produit cette augmentation de lumière ; dans les Alpes, c'est la moins grande quantité d'air et de vapeur d'eau traversée par les rayons solaires. L'état hygrométrique de l'air, qui, en moyenne, augmente avec la latitude dans la plupart des cas, est moins grand, au contraire, sur les sommets des Alpes que dans les vallées ; le sens même de la variation peut donc être quelquefois changé.

Comme les conditions physiques ne sont pas identiques, comme leur intensité relative n'est pas la même, on ne sera pas surpris de constater qu'il n'y a pas non plus identité dans les modifications végétales.

Il est intéressant de rechercher si l'on peut attribuer les variations semblables des végétaux aux conditions physiques qui varient de même dans les deux cas, les changements différents aux conditions physiques qui varient d'une manière différente.

Voyons d'abord quelles sont les diverses modifications qu'on peut constater à mesure qu'on s'élève en latitude ou en altitude. Voici sur ce point les principaux résultats de nos observations.

1° Variations générales de la flore.

On peut distinguer dans les Alpes et dans les Pyrénées deux légions végétales assez nettement limitées : la région des Sapins, ou *région subalpine ;* la région des hautes prairies, qui s'étend entre les Sapins et les glaciers, ou *région alpine*. On appelle plus spécialement *espèces alpines*, celles qu'on trouve uniquement dans cette région des Alpes et qui ne viennent jamais se mêler à la flore subalpine (1).

La considération de ces espèces *alpines*, définies ainsi par leur cantonnement dans la haute région des Alpes, peut nous servir pour suivre les variations de la flore avec la latitude et l'altitude.

Dans une contrée comme la Scandinavie centrale, où les $\frac{4}{5}$ des espèces phanérogames sont communes avec la flore des Alpes, on peut très-bien faire cette comparaison sans qu'on soit troublé par les espèces spéciales. Cherchons donc comment varie le nombre de ces espèces *alpines* quand on s'élève en latitude et en altitude.

a. *Variation avec la latitude.* — Considérons des localités situées à des latitudes différentes, dont l'altitude soit la même et où l'habitat soit semblable. Prenons, par exemple, des forêts de Sapins situées entre 200 et 300 mètres d'altitude. Nous avons remarqué, dans ces forêts de Sapins, en Scandinavie, un certain nombre d'espèces qu'on ne rencontre dans les Alpes qu'au-dessus de la région des Sapins. Citons, par exemple, les espèces *alpines* que nous avons notées aux environs de Levanger, dans les forêts de Sapins, mêlées à une flore subalpine :

Thalictrum alpinum L.
Draba incana L.
Saxifraga oppositifolia L.
Cirsium heterophyllum All.
Hypochœris maculata L.
Vaccinium uliginosum L.
Empetrum nigrum L.
Polygonum viviparum L.
Oxyria digyna Campd.
Juncus trifidus L.
Woodsia hyperborea R.Br.
Lycopodium Selago L.
— annotinum L.
Selaginella spinulosa A. Braun.

Ces espèces sont toutes abondantes ; quelques-unes contribuent même à former le fond de la végétation, comme le *Vaccinium uliginosum* L., l'*Empetrum* et les Lycopodiacées. La présence d'aucune d'entre elles ne peut être considérée comme accidentelle dans ces forêts. En dressant des listes analogues pour diverses forêts de Sapins situées à différentes latitudes nous avons obtenu le résultat suivant :

---

(1) Nous laissons de côté les cas exceptionnels où les espèces alpines dont les graines ont été entraînées par les eaux se trouvent croître accidentellement dans la région des Sapins, sur le bord des torrents ou au pied des cascades.

	Localités.	Latitudes.	Nombre de plantes alpines répandues dans la flore des Sapins.
Forêts de Sapins (altitude 200-300^{m}).	Forêt de Frögner......	59° 55′	2
	Forêt de la Mesna.....	61° 07′	7
	Forêt près d'Ostersund.	63° 15′	9
	Forêt près de Levanger.	63° 50′	14

Ainsi, pour un même habitat et pour une même altitude, *le nombre des espèces alpines augmente avec la latitude.*

b. *Variation avec l'altitude.* — Considérons maintenant, au contraire, des localités situées à la même latitude mais à des altitudes différentes. Notons encore toutes les plantes qui sont communes à ces localités et à la région alpine supérieure des Alpes. On en trouve un grand nombre dès qu'on s'élève au-dessus de la région des forêts ; au Blaahoerne, par exemple, nous avons noté les espèces alpines suivantes :

Silene acaulis L.
Viscaria alpina Fries.
Arenaria biflora L.
Alchemilla alpina L.
Saxifraga oppositifolia L.
— stellaris L.
Hieracium alpinum All.
Vaccinium uliginosum L.
Arctostaphylos alpina Spreng.
Loiseleuria procumbens Desv.
Veronica alpina L.
Empetrum nigrum L.
Oxyria digyna Campd.
Salix incana Schrank.
— hastata L.
Salix glauca L.
— Lapponum Vill.
— arbuscula L.
— reticulata L.
— herbacea L.
Luzula spicata DC.
Juncus triglumis L.
— trifidus L.
Eriophorum Scheuchzerii Hoppe.
Carex atrata L.
Lycopodium Selago L.
— alpinum L.
— annotinum L.
Selaginella spinulosa A. Braun.

Aucune de ces espèces n'est rare; plusieurs sont même extrêmement abondantes, comme les Saules, les Lycopodes, les Éricinées et l'*Empetrum*. Nous avons dressé des listes semblables dans des localités situées à différentes hauteurs sous la même latitude. On ne sera pas étonné de voir le nombre de ces espèces alpines augmenter à mesure qu'on s'élève. Citons deux exemples :

BLAAHOERNE PRÈS DOMAAS (62° 05′ latitude).		KNUTS-HÖ PRÈS KONGSWOLD (62° 22′ latitude).	
Altitudes.	Nombre de plantes alpines.	Altitudes.	Nombre de plantes alpines.
700 à 900 mèt.	5	1000 à 1200 mèt.	13
900 à 1100	15	1200 à 1500	19
1100 à 1200	20	1500 à 1800	25

Ainsi, à la même latitude, le *nombre des espèces alpines augmente avec l'altitude*.

Il résulte déjà des faits précédents une grande analogie entre la variation des flores sous l'influence de l'altitude et sous celle de la latitude ; mais on voit qu'il n'y a pas identité. En montant de la base au sommet des Alpes, on rencontre successivement la flore subalpine des Sapins, puis la flore alpine, séparée de la première par une limite assez nette. En se déplaçant du sud au nord à la même altitude, en Scandinavie, on voit les deux flores se mêler de plus en plus à mesure qu'on atteint les latitudes plus hautes. C'est par une très-longue suite de transitions insensibles qu'on passe d'une flore presque uniquement subalpine à une flore exclusivement alpine.

On peut observer l'influence simultanée de la latitude et de l'altitude si l'on considère un pays montagneux, situé le long d'un même méridien. A égalité de toutes les autres conditions, cette influence sera marquée d'une manière très-nette par les limites inférieure ou supérieure de l'extension d'une espèce. La limite inférieure, par exemple, formera une courbe dont les latitudes seront les abscisses et dont les altitudes minima seront les ordonnées.

La région des Alpes scandinaves que nous avons explorée entre le Guldbransdal au sud et le Sjäkerfjeld au nord, réalise assez bien les conditions précédentes. Il est facile d'y remarquer que la limite inférieure ou supérieure de l'extension d'une espèce s'abaisse régulièrement à mesure qu'on s'avance vers le nord.

Citons quelques exemples pour les espèces les plus répandues :

Le *Betula nana* L., qui ne descend guère au-dessous de 700 mètres d'altitude par 61° 30′ de latitude, s'abaisse jusqu'au fond des vallées à 600 mètres d'altitude par 62° 05′, et descend jusqu'au niveau de la mer par 63° 15′.

L'*Empetrum nigrum* L. a des altitudes minima qui décroissent plus lentement. Par 61° de latitude il ne s'abaisse pas, en général, au-dessous de 200 mètres, et c'est seulement par 63° 50′ qu'il descend jusqu'au niveau de la mer. Dans les Alpes, au contraire, par 45° de latitude, cette limite inférieure de son extension remonte jusqu'à 2000 mètres environ.

Pour le *Thalictrum alpinum* L. la courbe est encore un peu moins accentuée. Par 61° 30′ de latitude cette espèce s'abaisse jusqu'à 700 mètres dans le Guldbransdal, par 62° 05′ jusqu'à 640 mètres, par 63° 15′ jusqu'à 150 mètres. On ne trouve cette espèce dans les Alpes et dans les Pyrénées que sur les plus hauts sommets.

La limite supérieure de l'extension des espèces s'abaisse de même progressivement à mesure qu'on s'élève en latitude.

Ainsi le *Pinus silvestris*, qui s'élève jusqu'à 1200 mètres dans le Dovrefjeld, par 62° 05′ de latitude, ne monte guère au-dessus de 600 mètres dans le Sjäkerfjeld, par 63° 50′.

On peut aussi constater les altitudes maxima décroissantes chez le *Betula odorata* Bechst., qui monte plus haut que le Pin silvestre. On le trouve jusqu'à 1500 mètres par 62° de latitude, et seulement jusqu'à 640 mètres vers 64°.

Ainsi, d'une manière générale, les *altitudes minima et maxima* d'une espèce végétale *décroissent à mesure que la latitude augmente.*

2° Nombre des espèces vivaces.

L'influence de l'altitude et de la latitude se fait sentir aussi très-nettement par la variation du nombre des espèces vivaces (1). Les conditions physiques de la vie dans les plus hautes régions des Alpes ou sous les latitudes élevées sont très-défavorables aux espèces annuelles, dont la fécondation doit réussir chaque année pour que l'espèce soit perpétuée. En outre, les rhizomes très-développés des plantes vivaces de ces régions sont une condition essentielle pour le maintien de l'espèce. Ces rhizomes constituent une réserve de nourriture très-importante pour le développement des parties aériennes, qui sont relativement peu considérables. Les parties aériennes peuvent même manquer complétement pendant une année, et la réserve de nourriture contenue dans le rhizome suffit quelquefois pour donner encore des pousses aériennes après deux ans d'intervalle.

On peut faire cette observation pour les plantes phanérogames qui s'élèvent à la plus grande altitude, comme le *Salix herbacea* L. ou le *Ranunculus glacialis* L. Ces plantes poussent encore parfois dans des régions qui restent, dans certaines années, recouvertes de neige pendant toute la saison. L'année suivante, pour peu que le rhizome se trouve à découvert pendant quelques semaines, il peut donner des feuilles et même fleurir.

L'un d'entre nous a observé ce fait d'une manière positive dans les Alpes. Sur une pente située au nord, dans les Grandes-Rousses (Oisans), un rhizome de *Ranunculus glacialis* L., qui était encore resté sous la neige en 1870, au moment du maximum de la fonte, a donné des feuilles et des fleurs en 1871, lorsque le même endroit s'est trouvé dépourvu de neige.

On voit que le port particulier des végétaux dans les régions alpines ou arctiques est visiblement en rapport avec la brièveté de la saison.

a. *Variation avec la latitude.* — A mesure qu'on s'avance vers les latitudes de plus en plus hautes, on voit le nombre des espèces annuelles diminuer progressivement.

---

(1) Voy. De Candolle, *Géographie botanique*, t. I, p. 309.

Il nous suffira de citer les comparaisons suivantes entre la proportion des espèces annuelles dans les terrains vagues, en Scandinavie et en France :

LOCALITÉS.	LATITUDES.	PROPORTION des espèces annuelles ou bisannuelles.
Environs de Paris.........	49° 00′	45 pour 100
Environs de Christiania....	59° 55′	30 pour 100
Environs de Listad........	61° 40′	26 pour 100

Enfin, dans les régions tout à fait arctiques, comme au Spitzberg ou au Groenland, on ne trouve plus pour ainsi dire que des espèces vivaces.

Ainsi, *le nombre relatif des espèces vivaces augmente avec la latitude.*

b. *Variation avec l'altitude.* — A la suite de nombreuses excursions en Dauphiné pendant plusieurs saisons (1), et d'un séjour de six mois en Oisans, l'un de nous a dressé des listes de plantes avec l'habitat et les limites d'altitude pour chacune d'elles. On peut voir au premier coup d'œil, par le tableau suivant, à quel point la proportion relative des espèces vivaces dans un même genre augmente avec l'altitude (2) :

---

(1) Par MM. Gaston Bonnier et H. Pellat.

(2) Remarquons que les quelques espèces bisannuelles citées ici dans la région alpine supérieure sont généralement exceptionnelles ou rares. Ainsi, pour les exemples cités dans le tableau suivant : le *Trifolium thymiflorum* Vill. remonte jusque dans la vallée de la Bérarde (Oisans), mais n'est pas répandu dans la région alpine ; le *Galium Vaillantii* DC. a été trouvé par nous à l'alpe Huez (Isère), un peu au-dessus de 1800 mètres ; il est très-rare. Les *Myosotis alpestris* Schmidt et *M. silvatica* Hoffm. ne se trouvent pas dans la région tout à fait supérieure. Le *Veronica verna* L. a été signalé au mont Viso par M. l'abbé Faure ; mais généralement il ne monte pas dans la région alpine. Quant au *Linaria alpina* DC. il y est très-répandu ; c'est la plante non vivace qui s'élève, à la plus grande hauteur. A une très-grande altitude, elle devient du reste quelquefois vivace (observé aux Grandes-Rousses).

NOMS des genres.	VALLÉES ET COTEAUX au-dessous de la région des Sapins (200-600m). Nombre d'espèces		FORÊTS DE SAPINS et prairies (600-1800m). Nombre d'espèces		RÉGION ALPINE supérieure (au-dessus de 1800m) Nombre d'espèces.	
	vivaces.	annuelles ou bisannuelles.	vivaces.	annuelles ou bisannuelles.	vivaces.	annuelles ou bisannuelles.
Ranunculus . .	10	2	14	1	18	0
Arabis.	3	4	5	1	8	0
Silene	4	1	5	0	6	0
Geranium . . .	2	10	6	6	2	0
Trifolium . . .	5	10	9	6	8	1
Galium	7	7	13	3	13	1
Inula	3	2	4	1	0	0
Centaurea . . .	4	4	4	2	8	0
Carduus	1	4	2	2	3	0
Cirsium	4	3	5	1	7	0
Myosotis. . . .	1	7	2	4	3	2
Linaria	3	6	3	5	3	1
Veronica. . . .	10	9	11	4	15	1
Kœleria	1	1	2	0	3	0
Rapport du nombre des espèces annuelles au nombre total d'espèces. .	60 pour 100.		33 pour 100.		6 pour 100.	

On voit qu'on peut suivre dans chaque genre cette diminution progressive du nombre relatif des espèces annuelles avec l'altitude. Dans la partie tout à fait supérieure de la région alpine on ne trouve plus une seule espèce annuelle. Accidentellement, des graines amenées par les troupeaux venant des régions plus basses peuvent quelquefois germer à de grandes hauteurs, mais les plantes annuelles ne s'y naturalisent pas.

Ainsi, *le nombre des espèces vivaces augmente avec l'altitude.*

A ce point de vue, il y a de grandes ressemblances entre les effets des deux ordres de variation : latitude et altitude. C'est qu'en effet les conditions qui empêchent les plantes annuelles de se perpétuer sont en rapport, comme nous l'avons vu, avec les lignes isothermiques très-basses et la brièveté de la saison ; or ces conditions se retrouvent sur les sommets élevés et sous les hautes latitudes.

3° Variations dans une même espèce.

Considérons maintenant les changements qui se produisent dans une même espèce, lorsqu'elle croît dans les conditions physiques différentes qui résultent de sa situation en latitude et en altitude.

a. *Variation avec la latitude.* — 1. *Éclat des pigments colorés.* — On sait combien sont éclatantes les fleurs des hautes latitudes. Lorsque nous sommes arrivés, venant de France, dans les contrées septentrionales, déjà dans l'île Seeland et plus encore en Norvége, nous avons été frappés par l'éclat des corolles de presque toutes les plantes. Certaines d'entre elles ont tellement changé d'aspect, qu'on est tenté de les prendre, au premier abord, pour des espèces différentes.

Citons quelques-uns des végétaux spontanés, chez lesquels nous avons remarqué dans les fleurs une intensité de couleur beaucoup plus grande que chez les mêmes espèces en France :

Erodium cicutarium L'Hér.	Rose éclatant ou presque pourpre.
Cirsium arvense Scop.	
Carduus crispus L.	
Calluna vulgaris Salisb.	
Trifolium pratense L.	
Origanum vulgare L.	Pourpre foncé.
Fumaria officinalis L.	
Campanula rotundifolia L.	Bleu très-foncé.
Campanula persicifolia L.	
Polygala depressa Wend.	
Scabiosa Succisa L.	
Cracca major Frank.	Violet très-intense.
Leontodon autumnalis L.	Jaune foncé brillant.
Hieracium alpinum L.	
Linnæa borealis L.	Beaucoup plus foncé au N. qu'au S.
Saxifraga aizoides L., etc.	Orangé, presque rouge Saturne au delà de 62° de latitude.

Nous ne pourrions citer toutes nos observations ; on peut dire que le fait se produit pour presque toutes les espèces.

Bien entendu, les fleurs d'une espèce n'ont pas toujours cette intensité ; il y a dans ces régions, comme partout, des variations de teinte pour chacune d'elles : on peut y trouver, par exemple, le *Calluna vulgaris* rose clair et même blanc. Mais le *maximum* de teinte augmente avec la latitude, et tous les pigments colorés, même lorsqu'ils ne sont pas spécialement foncés, revêtent une sorte d'éclat particulier qu'il est difficile de définir par l'aspect d'une façon précise.

Nous avons noté aussi un certain nombre de fruits dont l'éclat nous a paru plus vif en Scandinavie qu'en France. Citons ceux des :

Cotoneaster vulgaris Lindl.
Rubus saxatilis L.
Fragaria vesca L.
Vaccinium Vitis idæa L.

Ces phénomènes s'observent aussi bien sur les plantes cultivées que sur les plantes spontanées. Les teintes foncées ou éclatantes des corolles donnent aux jardins de ces pays un caractère tout spécial. Citons, parmi les espèces cultivées, celles dont les fleurs nous ont paru colorées avec une remarquable vivacité de tons :

Phlox Drummondi Hook.
Aster chinensis L.
Verbena chamædrifolia J.
Linum grandiflorum Desf.
Lobelia Erinus L.
Tagetes erecta L.
Potentilla nepalensis Hook.
Lavandula Spica L.
Phaseolus multiflorus Willd.
Impatiens Balsamina L.
Pelargonium inquinans Ait.
Antirrhinum majus L., etc.

ainsi que des espèces des genres *Fuchsia*, *Cuphea*, *Malva*, *Papaver*, *Lilium*, *Monarda*, *Amarantus*, etc., etc.

Sur ce sujet, et spécialement à propos des plantes cultivées, M. Schübeler a fait une série d'expériences très-intéressantes. Il a semé à différentes latitudes, en Norvége, des graines de diverses plantes, et il a pu constater que l'éclat des fleurs augmente avec la latitude pour une même espèce. C'est à peine si l'on peut croire que les fleurs du *Rhodanthe maculata* Thomps.

par exemple, venant d'Alten (70° de latitude), et celles venant de Christiania (60° de latitude), proviennent de graines semblables.

Cette différence se produisait *dès la première année*. Des graines venant d'Allemagne, semées à Christiania, présentent des différences analogues. Nous ne pouvons citer ici toutes ces curieuses expériences ou observations, et nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage de l'auteur (1).

Il résulte de tout ce qui précède, qu'en général *l'éclat des pigments augmente avec la latitude*.

Observons toutefois qu'il n'y a pas proportionnalité, et que si l'éclat des corolles augmente du sud au nord de la Norvége, il est sensiblement le même au nord et au sud de la France. Nous verrons plus loin quel est l'intérêt de cette observation.

2. *Quantité de chlorophylle*. — Lorsqu'on arrive des latitudes moyennes et qu'on s'avance dans les régions septentrionales, on est aussi frappé de la remarquable verdeur des prairies et du feuillage plus sombre des arbres.

Nous avons constaté, pour un assez grand nombre d'espèces, un feuillage d'un vert plus intense ou plus foncé que celui des mêmes plantes sous nos latitudes.

M. Schübeler a fait aussi sur ce point des observations en comparant les feuilles de la même espèce aux différentes latitudes de la Norvége. Il a trouvé les feuilles des mêmes espèces beaucoup plus riches en chlorophylle dans les régions du nord qu'aux environs de Christiania. Des observations analogues ont été faites dans les mêmes régions par M. Grisebach, et sur les côtes de la mer Blanche par M. de Baer.

Ainsi, d'une manière générale, on peut dire que, pour une même espèce, *la quantité de chlorophylle augmente avec la latitude*.

Notons encore que cette augmentation n'est pas proportionnelle à celle de la latitude; elle s'accentue dans les latitudes élevées.

---

(1) Dr F. C. Schübeler, *Die Pflanzenwelt Norwegens*. Kristiania, 1875.

Cet accroissement de la quantité de chlorophylle doit nécessairement amener, pour une même espèce, des changements dans l'assimilation et, par suite, un certain nombre d'autres variations. Peut-être pourrait-on ramener à ce changement dans la quantité de matière verte la variation d'éclat dont nous venons de parler.

3. *Grandeur des feuilles.* — On remarque, en Scandinavie, de nombreuses espèces dicotylédonées qui ont les feuilles beaucoup plus grandes que les mêmes espèces en France. Ce fait est particulièrement saillant sur un certain nombre d'arbres.

Nous avons observé aussi une variation dans le même sens chez certaines Fougères.

Citons quelques plantes de Scandinavie chez lesquelles nous avons trouvé ce phénomène spécialement remarquable :

Cerasus Padus DC.
Populus Tremula L.
Sambucus racemosa L.
Veronica serpyllifolia L.
Aspidium Filix fœmina Sw.
Lycopsis arvensis L.
Tanacetum vulgare L.
Polygonum Convolvulus L.
Linaria vulgaris Mœnch.
Pteris aquilina L.

Nous avons recueilli des feuilles de Tremble de 18^{c},5 de long sur 18 centimètres de large, des feuilles de *Cerasus Padus* de 15 centim. de long sur 8 centim. de large, etc.

M. Schübeler a encore fait des observations sur cette question. Il cultive au jardin botanique de Christiania certaines espèces dicotylédonées que la largeur de leurs feuilles rend quelquefois méconnaissables, comme le *Rhamnus alpina* L., par exemple.

Nous n'avons observé aucun élargissement des feuilles chez les Monocotylédonées. Nous verrons plus loin quel peut être l'intérêt de cette remarque.

4. *Quantité de liquide sucré produit par les plantes.* — D'après les observations qui suivent, la quantité de liquide sucré produit par les plantes paraît varier avec la latitude.

Citons des expériences comparatives faites par l'un de nous en Norvége et en Normandie sur les mêmes espèces, dans des conditions extérieures analogues.

Les plantes observées ont été protégées contre les Insectes par du tulle. A différentes heures de la journée, l'état hygrométrique et la température étant connus, on a mesuré la quantité de nectar émise à l'extérieur dans les fleurs de même âge. Cet âge était défini par la déhiscence des anthères. Les mesures ont été faites de la même manière à Louye (Eure) et à Domaas (Norvége) au moyen d'une pipette graduée.

Nous mettons en regard les nombres qui correspondent à des observations faites sensiblement par le même temps, toutes deux après un grand nombre de jours où le ciel a été découvert, de façon à éliminer l'influence de la pluie. Dans ces deux localités, les mesures ont été faites à des époques où la durée du jour était sensiblement la même :

HEURES des observations.	LOUYE (EURE), fin juillet.				DOMAAS (NORVÉGE), fin août.			
	QUANTITÉ DE NECTAR recueillie en moyenne sur une fleur (millim. cubes).		CONDITIONS extérieures.		QUANTITÉ DE NECTAR recueillie en moyenne sur une fleur (millim. cubes).		CONDITIONS extérieures.	
	Silene inflata.	*Trifolium medium.*	Température.	État hygrométrique.	*Silene inflata.*	*Trifolium medium.*	Température.	État hygrométrique.
8 h. m.	2,00	0,20	15°,0	0,4	3,50	0,30	14°,0	0,72
3 h. s.	0,00	0,05	23°,5	0,58	0,50	0,15	24°,0	0,51
8 h. s.	0,95	0,10	18°,0	0,76	1,80	0,20	14°,5	0,74

On voit que la différence est en faveur de Domaas. Le nectar dans l'un et l'autre cas, dans les mêmes conditions, évaporé à siccité, perdait environ le même volume d'eau.

Un certain nombre d'espèces, le *Potentilla Tormentilla* Nestl. par exemple, ont dans leurs fleurs une quantité relativement grande de nectar, tandis qu'aux environs de Paris les mêmes plantes en sont presque absolument dépourvues.

On peut aussi juger, par l'observation des Insectes, de cette différence dans la production externe des liquides sucrés. Ainsi l'*Hieracium Pilosella* L., le *Campanula rotundifolia* L., le *Geum urbanum* L., le *Potentilla Tormentilla* Nestl. ,ne sont visités par les Bourdons, ni aux environs de Paris (1), ni en Allemagne (2). Ils sont au contraire fréquemment visités en Norvége, d'après nos observations, par un grand nombre d'espèces du genre *Bombus : B. agrorum*, *B. arcticus*, *B. alpinus*, *B. pratorum*, *B. consobrinus*, etc.

D'une manière générale, les Hyménoptères visitent beaucoup plus en Norvége qu'aux environs de Paris les espèces suivantes :

Leontodon autumnalis L.	Hieracium umbellatum L.
Galeopsis angustifolia Ehrh.	— corymbosum Fries.
Trifolium medium L.	Silene inflata Sm., etc.

A une altitude élevée, certaines espèces sont même plus visitées par les Hyménoptères en Norvége que dans les Alpes, à la même altitude. C'est ce que nous avons remarqué dans le Dovrefjeld pour un certain nombre de Gentianes (*Gentiana campestris* Rottb., *G. tenella* L., *G. amarella* L., *G. nivalis* L.).

Des genres dont aucune espèce n'est mellifère en France ont en Norvége des espèces où le nectar est très-abondant, comme le *Potentilla maculata* Pour.

Enfin, dans notre excursion en Scandinavie, nous avons eu l'occasion d'observer sur les arbres le phénomène de la *miellée* (3), avec une intensité qui nous a semblé plus considérable que sous nos latitudes, pour les mêmes espèces.

Citons les *Fraxinus excelsior* L., *Sorbus aucuparia* L., *Populus Tremula* L., *Quercus sessiliflora* Sm., *Sambucus racemosa* L., *Alnus incana* DC., *Acer platanoides* L. Presque toutes ces espèces étaient souvent couvertes d'Hyménoptères qui récoltaient la miellée sur les feuilles.

(1) Observations faites en 1878.

(2) D'après Hermann Müller.

(3) Nous entendons par *miellée*, l'exsudation qui se produit à la surface des feuilles, sous certaines influences extérieures, indépendamment des Pucerons.

Des observations qui précèdent on pourrait donc conclure qu'il y a aussi *augmentation de la production externe des liquides sucrés avec la latitude.*

5. *Poids des graines, quantité d'huile essentielle produite, etc.* — On pourrait certainement constater un grand nombre d'autres variations en examinant les différents organes d'une même espèce végétale à diverses latitudes. C'est ainsi qu'on a signalé le poids des graines (1), la quantité d'huile essentielle contenue dans les Ombellifères (*Carum Carvi* L.) (2), comme augmentant aussi avec la latitude; nous nous bornerons ici à exposer les faits que nous avons pu observer ou vérifier par nous-mêmes.

b. *Variation avec l'altitude.* — Les modifications des végétaux analogues à celles qui précèdent sont bien moins saillantes quand on se déplace en altitude que quand on s'avance vers les latitudes élevées. Signalons cependant quelques faits qui montrent qu'il y a sans doute, lorsqu'on s'élève à de grandes hauteurs, des changements de même nature, mais à un très-faible degré.

On sait d'une manière générale que les fleurs des hautes prairies alpines ont un éclat un peu plus grand que celui des fleurs de la plaine ; mais les variations sont difficiles à suivre pour une même espèce, et c'est là le point intéressant.

Cependant on remarque dans les Alpes des teintes un peu plus foncées ou un peu plus éclatantes chez un certain nombre d'espèces de plaine qui s'élèvent quelquefois à une grande altitude (*Echium vulgare* L., *Achillea Millefolium* L., *Geranium Robertianum* L.).

M. Ad. Pellat a observé des différences de teintes avec l'altitude sur les espèces suivantes :

Campanula rotundifolia L., C. rhomboidalis L., C. linifolia Lamk, bleu foncé.
Bellis perennis L., fleurons aux deux tiers pourpre foncé.
Hieracium sabinum Seb. Maur., H. Pilosella L., H. Peleterianum Mer, orangés ou rouges.
Myosotis silvatica Hoffm., M. alpestris Salisb., teintes bleues plus brillantes.

---

(1) Schübeler, *loc. cit.*, et A. Petermann, *Mém. Acad. de Belgique*, t. XXVIII, 1877.

(2) Schübeler, dans Broch, *la Norvége*, Kristiana, 1878.

Onobrychis sativa DC., fleurs rose très-vif presque pourpre.

Orchis latifolia L., pigment des fleurs et des feuilles rouge très-foncé ou violet presque noir (1).

Mais la variation avec une même espèce n'est pas toujours très-nette.

M^me^ Vilmorin a suivi de près cette variation de nuance avec l'altitude chez l'*Anthyllis Vulneraria* L., dont l'extension en hauteur est très-grande dans les Pyrénées. En reproduisant à l'aquarelle les teintes de la corolle à différentes altitudes et en rapprochant ces teintes, on voit que leur intensité et leur éclat augmentent avec l'altitude (2).

On dit bien aussi d'une façon générale que les Graminées ont un ton plus vert dans les hautes prairies que dans les plaines; que le feuillage du Frêne à 1500 mètres est plus foncé que dans les vallées; que le Blé de montagne est plus lourd que le Blé de plaine : mais nous n'avons pas sur ces différents points d'observations positives. En tout cas, si le phénomène est général, l'intensité de la variation est très-faible.

Quant à la production externe de liquide sucré, elle est certainement plus considérable dans les hautes altitudes que dans les plaines. Elle paraît même varier assez régulièrement avec l'altitude. Une des espèces sur lesquelles ont porté nos observations sur la variation avec la latitude, le *Silene inflata* Sm., par exemple, est notablement plus mellifère entre 1500 mètres et 1800 mètres d'altitude qu'entre 200 mètres et 500 mètres. Il en est de même pour l'*Isatis tinctoria* L., l'*Euphrasia officinalis* L., le *Leontodon autumnalis* L., etc. (3).

On peut se rendre compte de la généralité et de la régularité de ce phénomène par le tableau suivant dressé d'après la statistique apicole des Pyrénées-Orientales (1). Ce département possède 19 829 ruches disséminées assez uniformément entre 0 et 1500 mètres de hauteur. Voici quelle est la récolte moyenne des ruches, par zones de 300 en 300 mètres.

---

(1) Ad. Pellat, *Obs. inéd. faites dans les Alpes du Dauphiné et en Auvergne.* M. Ad. Pellat a observé aussi que les mêmes espèces deviennent plus tomenteuses à mesure qu'on s'élève en altitude (*Ranunculus bulbosus* L., *Oxytropis campestris*, DC., *Cracca major* Frank, etc.). On peut faire des remarques analogues sur la variation avec la latitude, mais nos observations sont trop peu nombreuses sur ce point.

(2) Obs. inéd. communiquée par M. Duchartre.

(3) Obs. inéd. faites à Huez (Oisans) par MM. de Layens et G. Bonnier.

Hauteur des zones.	Récolte moyenne des ruches.
0 à 300	3^k,06
300 à 600	4^k,08
600 à 900	5^k,00
900 à 1200	7^k,00
1200 à 1500	9^k,33

Dans le tableau précédent, on n'a pas cru devoir donner les résultats au-dessus de 1500 mètres ; car au delà de cette limite le nombre des ruches est très-restreint.

Mais cette variation n'est sans doute pas en relation avec l'augmentation de chlorophylle. Elle tient plutôt peut-être aux alternances accentuées dans la température et l'état hygrométrique de l'air qui augmentent d'intensité avec l'altitude. On pourrait être d'autant plus porté à le croire, que cette variation avec l'altitude est comparable avec la même variation en latitude, tandis que tous les autres phénomènes observés sont beaucoup plus faibles dans les Alpes que dans les régions septentrionales.

Cherchons maintenant d'une manière générale à quel phénomène physique nous pouvons rattacher les variations que nous avons observées dans une même espèce végétale.

Cependant, avant d'aborder ce sujet, il est nécessaire d'examiner l'opinion de ceux qui ne voudraient pas rattacher ces phénomènes aux variations des conditions physiques. Nous voulons parler de la méthode qui consiste à se rendre compte de semblables concordances par des hypothèses sur l'histoire des êtres.

C'est ainsi que M. Grisebach, à propos de l'éclat des corolles qui augmente beaucoup dans les régions septentrionales et seulement un peu dans les régions alpines, s'exprime de la manière suivante :

---

(1) Voy. de Layens, *Elevage des Abeilles* p. 206, 207. Paris, 1876.

« Pour ce qui est de l'intensité et de la pureté du coloris » propres aux fleurs des plantes alpines, on a cru pouvoir se » permettre la supposition que cette particularité pourrait bien » avoir une relation quelconque avec l'intensité de la lumière » dont jouissent ces plantes à l'altitude où elles se trouvent; » mais cette conjecture ne tient pas compte de ce que le même » phénomène se reproduit dans les basses régions arctiques, où » l'action de la lumière se comporte en sens diamétralement » opposé..... Nous ne connaissons guère à la corolle colorée » d'autre destination que celle de servir aux insectes..... de » lieu de débarquement et de moyen d'orienter leur vol, lors» qu'ils transportent de fleur en fleur le pollen adhérent à leur » corps..... Or, nous voyons les fleurs devenir plus grandes et » plus richement colorées à mesure que, par suite de la durée » croissante de l'hiver, les insectes deviennent plus rares, et » que leur coopération à l'acte de la fécondation se trouve » exposée à des chances plus incertaines (1). »

A propos de la question qui nous occupe, il suffit de répondre que les graines semées en Norvége donnent, *dès la première année*, des plantes dont les fleurs ont une coloration beaucoup plus intense; on ne saurait donc voir dans cette coloration un fait d'adaptation. En outre, les Insectes sont moins fréquents dans la région supérieure des Alpes que dans les plaines méridionales de Suède et de Norvége, tandis que l'éclat des fleurs y est beaucoup moindre. Le fait même de cette attraction des Insectes par la couleur des fleurs est sujet, du reste, à de graves objections que nous ne pouvons développer ici. Enfin, M. Grisebach s'est évidemment mépris au sujet de la quantité de lumière reçue par les plantes dans les régions arctiques pendant la saison d'été et sur la manière de l'évaluer. Le contraire de ce qu'il énonce à ce sujet se trouve être l'expression de la variation, comme nous allons le montrer.

Un des facteurs les plus importants à considérer dans l'étude de la végétation, est la quantité de lumière ou, ce qui revient au même, de chaleur amenée par le rayonnement solaire. Les parties vertes des plantes ne décomposant l'acide carbonique de l'air que grâce à la force vive calorifique de ce rayonnement, on conçoit que le poids de carbone assimilé varie en raison directe de la quantité de lumière absorbée.

---

(1) Grisebach, *la Végétation du globe*, trad. franç., 1875, t. I, p. 60.

Les feuilles héliotropiques tournant toujours leur face perpendiculairement aux rayons solaires, les feuilles non héliotropiques et toutes les autres parties à chlorophylle ayant une orientation quelconque, ce qu'on doit considérer ici c'est la *quantité totale* de lumière reçue et non pas seulement sa composante verticale, qui seule intéresse dans l'étude de l'échauffement du sol. On voit par là que cette quantité ne doit pas croître forcément avec la température moyenne des régions considérées. En fait, elle suit presque une marche inverse. Elle augmente avec la latitude et avec l'altitude pendant la belle saison, mais par des raisons qui ne sont pas les mêmes, et par conséquent suivant des lois différentes.

Occupons-nous d'abord de l'altitude. On a mesuré en unités absolues la valeur du rayonnement solaire. M. Violle a fait des expériences à des altitudes très-différentes. Voici le résultat de quelques-unes d'entre elles.

Le nombre des calories reçues par minute sur un centimètre carré de surface exposé normalement aux rayons solaires a été déterminé. On trouve pour ce nombre :

Au niveau de Paris, altitude.	30^{m}	1^{c},745
Au glacier des Bossons	1200^{m}	2^{c},022
Aux Grands-Mulets	3050^{m}	2^{c},262
A la cime du mont Blanc	4810^{m}	2^{c},392

On voit que ces nombres augmentent d'abord rapidement, puis très-lentement, ce qui s'explique par la présence de grandes quantités de vapeurs d'eau dans les basses régions de l'atmosphère.

Ces nombres expriment la quantité totale de chaleur reçue par rayonnement, qui est naturellement proportionnelle à celle absorbée par la chlorophylle ; mais ces rayons sont inégalement absorbés par la vapeur d'eau. Il suffit de comparer le spectre de la chlorophylle avec le spectre de la vapeur d'eau pour s'assurer que le sens de la variation n'est pas altéré.

On voit que dans les limites d'altitude qui comprennent la végétation des Alpes (0-3000^m) cette quantité varie peu (1^c,74 à 2^c,25).

Prenons la moyenne de cette quantité, en un même lieu, pendant les jours de l'été. La valeur de cette moyenne diminuera peut-être un peu avec la latitude, car plus on s'approche des pôles, plus souvent le ciel est voilé et l'atmosphère est traversée sur une plus grande longueur à cause de l'obliquité des rayons ; pourtant, comme la température s'abaisse, la quantité absolue de vapeur d'eau contenue dans l'air doit être moins considérable, ce qui tendrait à augmenter cette moyenne. Quelle que soit du reste la valeur de ces influences contraires qui se compensent plus ou moins, s'il existe pour cette cause une diminution de chaleur reçue, elle est certainement sans importance par rapport à l'augmentation qui résulte de la durée plus grande de l'éclairement pendant la belle saison.

Cette durée de l'éclairement est évidemment proportionnelle à la quantité de chaleur rayonnante reçue par une même surface qu'on supposerait toujours perpendiculaire aux rayons solaires, et nous avons vu plus haut que c'est cette quantité qui nous intéresse au point de vue du rôle de la chlorophylle. Les variations de cette quantité nous seraient donc données par celles de la durée de l'éclairement.

Si nous désignons par Θ le temps (en minutes) où le soleil reste au-dessus de l'horizon pendant une journée, en un lieu dont la latitude est l, le soleil ayant une déclinaison λ, on trouve les résultats suivants (1).

La déclinaison du soleil λ varie d'un jour à un autre ; mais du 15 mai au 30 juillet sa valeur varie peu, et l'on peut prendre comme moyenne 21° 30′.

La formule donne alors pour la durée de l'éclairement en un jour :

---

(1) D'après la formule

$$\Theta = 1440^m \frac{\text{arc cos } (-\text{tg } l \text{ tg } \lambda)}{\pi}$$

VALEURS DE *l.* (LATITUDE).	VALEURS DE Θ (DURÉE DE L'ÉCLAIREMENT EN UN JOUR).	
	En minutes.	En heures.
40°	784	14 h. 34 min.
45°	894	14 54
50°	945	15 45
55°	994	16 34
60°		17 44
65°	1181	19 41
68° 30′	1440	24 00

A partir de 68° 30′ jusqu'à 90°, la durée de l'éclairement est de vingt-quatre heures.

On le voit, cette quantité de chaleur que les plantes reçoivent par rayonnement augmente plus rapidement à mesure que la latitude s'accroît; l'augmentation n'est pas proportionnelle à la latitude. Ainsi, pour 5 degrés de plus, la durée de l'éclairement augmente de 30 minutes en France, tandis que dans la région de la Scandinavie que nous avons explorée, elle croît de 120 minutes pour le même accroissement de latitude. Au nord de la Norvége, pour 5 degrés de latitude, elle augmente de plus de 200 minutes.

Or, on se rappelle que nous avons signalé des variations qui suivent une marche croissante analogue pour l'éclat des corolles, la quantité de chlorophylle des feuilles, la largeur des feuilles de plantes dicotylédonées, etc.

Une semblable concordance dans le mode de variation des phénomènes et dans la manière dont varie la quantité de chaleur rayonnante absorbée, le rôle important que joue cette quantité de chaleur rayonnante dans les fonctions d'assimilation, et, d'après les recherches récentes de M. Wiessner (1), dans la fonction de transpiration, permettent de supposer sans hypothèse hasardée, que *les variations dont nous parlons ont pour cause les variations dans la quantité de chaleur reçue par rayonnement.*

---

(1) *Recherches sur l'influence de la chaleur rayonnante sur la transpiration des plantes*, par M. J. Wiessner (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, t. IV, p. 145).

Ajoutons une dernière remarque qui se trouve d'accord avec cette hypothèse.

On sait que la lumière ou la chaleur rayonnante augmente l'accroissement *en largeur* des feuilles à nervures réticulées (1) des Dicotylédonées et d'un certain nombre de Fougères; elle n'a pas la même influence sur les feuilles à nervures parallèles des Monocotylédonées qui, au contraire, peuvent devenir moins larges sous l'action de la lumière, d'après M. Rauwenhoff (2). On voit que ces faits concordent avec nos observations : nous avons constaté, sous les latitudes élevées, un élargissement des feuilles chez un grand nombre de Dicotylédonées et chez quelques Fougères, aucun chez les Monocotylédonées. Ainsi, pour cette raison encore, nous pouvons rattacher les changements observés aux variations de la quantité de lumière reçue.

II

INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ.

a. *Humidité du sol.* — Toutes conditions égales d'ailleurs, l'eau séjourne sur les pentes beaucoup plus longtemps quand la température des lignes isothermiques devient plus basse. Aux limites de la végétation, les plantes croissent, développent leurs feuilles et fleurissent quand leurs parties souterraines sont encore plongées, pour ainsi dire, dans la neige fondue des névés.

Lorsque le sol est très-peu perméable, comme en Scandinavie ou sur la plupart des hauts sommets alpins, l'eau qui provient de la fonte des neiges s'écoule sur les pentes et y entretient une constante humidité pendant presque toute la saison. Lorsque les vallées et les plaines se trouvent elles-mêmes voisines des névés, comme sous les hautes latitudes, elles deviennent de plus en plus humides. L'existence d'immenses tourbières ou de lacs innombrables dans la péninsule scandinave est évidemment en relation, d'une part avec le long séjour de la neige accumulée pendant l'hiver, d'autre part avec l'imperméabilité du sol.

---

(1) Sachs, *Traité de botanique*, trad. franç., p. 885 et 989.

(2) *Sur les causes des formes anormales des plantes qui croissent dans l'obscurité*, par N. W. P. Rauwenhoff (*Ann. des sc. nat.*, 6^e série, t. V, p. 228).

Par cette première cause l'influence de l'humidité peut être considérée en partie comme dépendant de la latitude. Quant à la seconde cause, nous pouvons l'éliminer en ne comparant, aux diverses altitudes et latitudes, que des sols de même nature. Presque toute la région que nous avons explorée est formée de gneiss et de schistes imperméables. Nous ne considérerons en France et dans les Alpes que des localités où le sol a cette même composition.

La longue humidité du sol en Scandinavie explique le changement apparent qu'on observe dans l'habitat de certaines espèces. On peut trouver à l'époque de l'année qui correspond au minimum d'humidité, dans un endroit très-sec, une espèce qui, sous nos latitudes, ne se trouve jamais que dans les endroits très-humides. Le sol n'est desséché que pendant un temps de la saison trop peu considérable pour nuire au développement de l'espèce.

C'est ainsi que, dans un grand nombre de localités, nous avons pu noter dans les endroits secs des plantes qu'on ne rencontre en France que dans les localités les plus humides, la nature du sol étant la même. Citons les espèces suivantes, observées dans les endroits secs aux environs de Christiania ou dans la région du Guldbrandsdal, en Norvége :

Geum rivale L.
Lythrum Salicaria L.
Achillea Ptarmica L.
Equisetum silvaticum L.
Pinguicula vulgaris L.
Galium uliginosum L.
Salix pentandra L.
Parnassia palustris L.
Pedicularis silvatica L.
— palustris L.

On trouve aussi les Sphagnées en abondance sur le sommet de rochers qui demeurent très-secs pendant quelques semaines de l'été ; mais ce dernier fait peut s'expliquer par l'élévation de l'état hygrométrique de l'air.

D'une manière générale, l'influence de l'humidité du sol sur la végétation donne à certaines parties de la flore scandinave des caractères spéciaux qu'on ne retrouve pas en France, même dans les Alpes.

Entre la flore subalpine des Sapins et la flore alpine voisine des névés, on rencontre souvent toute une région où les Saules arbustes sont si abondants, qu'ils constituent presque toute la végétation sur une étendue parfois considérable. Nous avons observé par exemple, nettement limitées, ces *prairies de Saules*, comme on pourrait les appeler, au mont Knuts-Hö et au Sneehätten. Elles s'étendent en général de 1200 à 1500 mètres d'altitude, et dans certains endroits abrités montent jusqu'à 1800 mètres.

Les Saules qui forment ces prairies sont tous des arbrisseaux de 5-9 décimètres, qui se ressemblent beaucoup par le port.

Citons parmi les espèces les plus abondantes :

Salix glauca L.
— Lapponum Vill.
— hastata L.
Salix incana Schrank.
— nigricans Sm.
— arbuscula Wahl.

On retrouve la plupart de ces *Salix* dans les Alpes, mais ils n'y forment jamais le fond de la végétation.

La grande abondance des Cryptogames vasculaires et des Mousses en Scandinavie est aussi en rapport avec l'humidité du sol. En certains points, aux environs de Levanger, par exemple, nous avons rencontré de grands espaces presque complètement dépourvus de Phanérogames. Des prairies entières sont formées, au milieu des Mousses et des Lichens, par les Lycopodiacées, les Fougères et les Equisétacées.

Citons aux environs de Sandvigen (Norvége) les espèces de Cryptogames vasculaires ainsi répandues à profusion :

Lycopodium annotinum L.
— Selago L.
— clavatum L.
Selaginella spinulosa A. Braun.
Struthiopteris germanica Willd.
Aspidium Lonchitis Sw.

Aspidium Filix fœmina Sw.	Pteris aquilina L.
— aculeatum Sw.	Equisetum silvaticum L.

La plupart de ces plantes exigent pour vivre un sol très-humide, sauf le *Pteris aquilina* L. On en retrouve un certain nombre dans les Alpes. Leurs habitat y sont moins localisés dans les hautes régions que dans la plaine ; mais ils n'y forment jamais de véritables prairies comme celles que nous avons rencontrées en Norvége.

b. *Humidité de l'air.* — La question de l'influence que peut avoir l'humidité de l'air est assez complexe. Il y a à considérer, d'une part la quantité absolue de vapeur d'eau contenue dans l'air, d'autre part l'état hygrométrique. La quantité d'eau contenue dans l'air influe, comme nous l'avons vu, sur la lumière reçue ; mais on conçoit très-bien que l'état hygrométrique ait une influence sur la transpiration de la plante, car les phénomènes d'évaporation sont en rapport avec l'état hygrométrique et non pas avec la quantité absolue de vapeur d'eau que l'air peut contenir.

Chez les végétaux qui n'empruntent pour ainsi dire rien au sol, cette variation avec l'état hygrométrique devra être la plus saillante. C'est en effet ce qui paraît avoir lieu : les Lichens, par exemple, habitent de préférence, en France, les points où l'état hygrométrique moyen est le plus grand. Dans la contrée que nous avons parcourue, les Lichens donnent partout au paysage un cachet particulier par la profusion avec laquelle ils sont répandus. Dans les forêts de Sapins, les *Cladonia rangiferina* Hoffm., *Cetraria islandica* Ach., *Peltigera aphthosa* Fries, *Cetraria nivalis* Ach., etc., répandus sur les rochers, leur donnent une teinte blanc verdâtre, tandis que l'*Usnea barbata*, envahissant les arbres, transforme pour ainsi dire, en certains endroits, les forêts de Sapins en de vraies forêts de Lichens. Au-dessus de cette région ou plus au nord, ils se mêlent à la flore alpine. Au-dessus encore, les immenses prairies de *Cetraria juniperina* Ach., forme *α genuina* Fries, donnent aux pentes des hauts sommets des tons étranges d'un jaune verdâtre soufré.

Or nous savons déjà que l'état hygrométrique moyen augmente en Scandinavie avec la latitude, tandis que dans les Alpes il est moins grand sur les hauteurs que dans les vallées.

Aussi ne retrouve-t-on pas dans les Alpes ou les Pyrénées ces grandes prairies de Lichens mêlés à la flore des Sapins ou à celle des prairies alpines. C'est peut-être la plus grande différence entre la flore scandinave et la flore des Alpes, celle qui frappe le plus au premier abord. Il est bien vrai que, dans les Alpes, on trouve dans la région tout à fait supérieure, à l'altitude où les Phanérogames ne peuvent plus vivre, beaucoup d'espèces de Lichens; mais leur développement n'est pas à comparer avec celui qu'ils présentent sous les hautes latitudes. Au-dessus de la limite où croissent les Phanérogames en Scandinavie, la *région des Lichens* ne se retrouve pas dans les hautes montagnes des latitudes tempérées avec des caractères analogues.

L'extrême abondance des Mousses et des Sphagnées au milieu des flores alpine et subalpine dans cette contrée peut aussi être attribuée en partie à l'état hygrométrique de l'air, qui est plus élevé; mais pour ces plantes l'humidité du sol a souvent aussi une grande influence.

c. *Voisinage de l'eau salée.* — Sur nos côtes, la proximité de la mer donne lieu à une flore toute particulière, la *flore maritime*, qui comprend un grand nombre d'espèces qu'on ne retrouve pas dans l'intérieur.

L'influence du voisinage de l'eau salée modifie en outre un grand nombre de plantes, au point de les faire décrire comme des variétés ou même comme des espèces distinctes. Mais, on comprend que si d'autres conditions physiques très-importantes viennent s'ajouter à l'influence de la mer, cette dernière puisse relativement diminuer dans ses effets.

C'est ainsi qu'on peut s'expliquer la pauvreté de la flore maritime en Scandinavie, sur les bords de la Baltique ou de l'océan Atlantique. L'influence due à la situation en latitude prime celle due au voisinage de l'eau salée.

Non-seulement au fond des fjords de Norvége ou dans le golfe de Botnie, nous n'avons trouvé qu'un très-petit nombre des espèces qui, en France, habitent exclusivement aux bords de l'Océan ; mais, même en face de la pleine mer, sur les côtes de l'océan Atlantique, à Christiansund, la flore maritime nous a semblé presque nulle.

Tandis qu'on observe facilement sur les côtes les plus septentrionales de la France, à Calais ou à Dunkerque par exemple, aussi bien que sur les côtes granitiques de la Bretagne, plus de trente espèces de Phanérogames marines en quelques heures d'herborisation, nous n'avons pu trouver sur la plage de Molde et à Christiansund, en face de l'Océan, que les espèces marines suivantes :

Aster Tripolium L.
Triglochin maritimum L.
Armeria maritima Willd.
Elymus arenarius L.
Glaux maritima L.
Plantago maritima Desf.
Silene maritima With.
Lepigonum medium Wahl.
Zostera marina L.

Ainsi l'influence de la mer semble s'affaiblir quand on arrive près de lignes isothermiques assez basses. Vers 63° de latitude, nous avons observé au bord de la mer un certain nombre de plantes alpines qui ne paraissaient présenter aucune modification sensible.

III

AUTRES INFLUENCES MOINS IMPORTANTES.

1. *Exposition. — Voisinage des courants marins.* — La partie moyenne de la presqu'île scandinave permet d'étudier d'une manière très-simple ce genre d'influence ; car les deux côtes, le Gulf-stream et la chaîne des alpes scandinaves y sont à peu près parallèles.

Si l'on considère les côtes N. O. et S. E., à cause des eaux chaudes du Gulf-stream, le littoral de l'Océan au N. O. doit être plus chaud que le littoral du golfe de Botnie au S. E., à la même latitude. Une influence inverse a lieu au contraire dans la région montagneuse du centre de la presqu'île : le versant N. O. est plus froid que le versant S. E. à la même latitude. Il suit de là que, sur un même parallèle, une espèce subalpine par exemple aura, par une double raison, une extension en altitude plus considérable en Suède qu'en Norvége. En effet, le littoral S. E. est plus froid, la limite inférieure de l'extension de cette espèce s'abaisse ; le versant N. O. est plus chaud, sa limite supérieure s'élève.

Rappelons aussi les nombreuses espèces qu'on peut cultiver sur la côte N. O. et dont la culture est impossible à la même latitude sur la côte S. E (1). On voit en somme que ces influences ne font que déplacer les lignes isothermiques, et qu'il faut, en réalité, considérer les variations végétales, non pas avec l'altitude absolue et la latitude astronomique, mais *avec les lignes isothermiques*. Ces variations ont été étudiées plus haut, nous n'avons pas à y revenir.

2. *Nature du sol.* — On n'est pas d'accord sur la plus ou moins grande importance qu'on doit attacher à l'influence du sol, de sa composition chimique et de sa structure physique. Dans notre exploration de la Scandinavie moyenne, nous n'avons pu recueillir d'observations générales sur ce sujet, car la nature du sol y est très-peu variée ; les gneiss ou les schistes micacés s'y trouvent presque partout. Signalons seulement les observations de M. Blytt, qui trouve qu'en Norvége la composition chimique du sol n'a presque pas d'influence, par rapport à ses qualités physiques (2). Les schistes ou les bandes calcaires qui les traversent peuvent supporter les mêmes espèces.

Quoi qu'il en soit, pour éviter toute objection à cet égard, nous n'avons établi nos comparaisons que pour des sols de même nature.

Nous avons donné les résultats précédents en groupant les faits suivant la manière dont nous les avons observés. D'après les considérations dont nous avons fait suivre nos observations, on voit qu'on pourrait établir entre les variations végétales et les variations des conditions physiques une certaine corrélation qui permettrait de grouper les faits d'une manière plus rationnelle.

---

(1) Schübeler, *loc. cit.*

(2) Voy. A. Blytt, *Christiania omegns phanerogamer og bregner.* Christiania, 1870.

Les conditions physiques variables que nous avons considérées sont surtout les suivantes :

Température moyenne ;

Chaleur ou lumière reçues par rayonnement ;

Eau contenue dans le sol ;

État hygrométrique de l'air.

Nous pourrions rapprocher les modifications des végétaux des variations que présentent ces quatre conditions physiques.

Le nombre relatif des espèces vivaces varie avec la température moyenne.

L'éclat des pigments colorés, la quantité de chlorophylle des feuilles, la grandeur des feuilles des Dicotylédonées, etc., varient avec la quantité de lumière reçue.

La répartition des plantes palustres dans les divers habitat est en relation avec la quantité d'eau contenue dans le sol.

L'abondance des Lichens est en rapport avec l'état hygrométrique de l'air.

Telles sont les conclusions que nous pouvons déduire de l'observation de la nature. Pour leur enlever tout caractère hypothétique, il faudrait faire varier par l'expérience les diverses conditions physiques de l'existence des végétaux et étudier les modifications ainsi artificiellement produites.

Bien d'autres changements se produisent chez les plantes avec les conditions diverses au milieu desquelles elles se trouvent ; nous n'avons parlé que des faits peu nombreux que nous avons remarqués. En exposant la manière dont nous avons observé, nous avons eu seulement pour but de montrer que l'étude attentive de la distribution des végétaux et des modifications qu'ils subissent eux-mêmes pouvait donner des indications précieuses sur les causes de leurs variations, et qu'à certains égards la Géographie botanique peut servir de guide utile à l'anatomie et à la physiologie.

GÉOGRAPHIE ET ARCHÉOLOGIE FORESTIÈRES DE L'AMÉRIQUE DU NORD

Par M. le Docteur ASA GRAY (1).

Pour remonter au passé de la flore forestière en Amérique, nous devons d'abord la considérer dans son état actuel, ou, pour mieux dire, dans l'état où elle se trouvait avant que l'homme eût exercé sur elle son influence. Toutefois cette influence a été encore si faible jusqu'ici, dans la moitié orientale du continent américain, qu'il nous sera facile de nous la représenter telle qu'elle était avant l'établissement des Européens dans ce pays.

Il y a deux siècles, la forêt s'étendait presque sans interruption du Canada et des bords du fleuve Saint-Laurent à la Floride et au Texas, et, de l'est à l'ouest, de l'océan Atlantique au Mississippi, et plus loin encore. C'est une des plus vastes forêts qui existent dans les zones tempérées du globe et presque la plus riche de toutes, n'étant surpassée que par une seule pour la diversité et le nombre des espèces d'arbres qui la composent.

Si, partant des côtes de l'Atlantique, nous nous dirigeons vers l'ouest, nous voyons cette région forestière s'arrêter aux limites des États qui se sont fondés le long de la rive droite du Mississippi, où elle est remplacée par d'immenses plaines ouvertes et des prairies, boisées seulement le long des cours d'eau. Ces plaines elles-mêmes se montrent de plus en plus arides et dénudées à mesure que nous avançons dans notre traversée du continent. Les seuls arbres que nous rencontrions encore, dispersés çà et là, sont des Peupliers (*Populus tremuloides, P. eriocephala*), qui ne quittent point le bord des rivières, et ces rivières elles-mêmes sont séparées les unes des autres par de grands intervalles.

---

(1) Conférence faite à l'université d'Harvard, le 18 avril 1878.

Cette plaine immense et monotone s'arrête aux montagnes Rocheuses, longue chaîne de hauteurs qui court à très-peu près du nord au sud. Là, nous retrouvons la forêt, mais fractionnée en massifs isolés, variables de configuration et d'étendue ; et même si nous voyageons par le chemin de fer du Pacifique, qui traverse une large dépression de la chaîne, c'est à peine si nous apercevons au nord et au sud de la voie quelques bouquets d'arbres clair-semés. Cependant, dans les parties plus élevées de la chaîne, les pentes se montrent suffisamment boisées. A ce puissant massif montagneux succède le vaste bassin qui le sépare de la Sierra-Nevada ; mais ce n'est plus une plaine uniforme comme celle que nous avons traversée tout à l'heure, car il est entrecoupé de plusieurs petits groupes de montagnes de moyenne élévation, qui, au premier abord, paraissent tout aussi arides et dénudées d'arbres que la plaine alcaline qui s'étend à leur pied. Toutefois le voyageur qui gravit leurs pentes trouve encore dans leurs gorges, et sur quelques-uns de leurs sommets, une végétation arborescente assez fournie, mais presque toute composée d'arbrisseaux et de buissons touffus, au-dessus desquels s'élèvent quelques arbres chétifs, dont aucun ne dépasse une hauteur moyenne.

Mais, dès que nous avons atteint le bord occidental de ce bassin, la scène change pour ainsi dire subitement. C'est la Sierra-Nevada qui commence. Ses versants orientaux, quoique faisant face à la plaine désolée que nous venons de laisser derrière nous, sont déjà couverts d'un épais tapis forestier. Sur ses versants opposés elle nourrit ce qu'on pourrait appeler la plus noble forêt qui soit au monde et, à certains égards, la plus remarquable par le nombre des espèces à feuilles persistantes et surtout par les proportions gigantesques des arbres qu'elle contient. Quoi qu'on ait dit et qu'on puisse dire encore de la hauteur et de la grosseur de certains *Eucalyptus* de l'Australie, il est probable qu'ils sont dépassés sous ce double rapport par les colosses de la Sierra-Nevada. Cette forêt, qui forme une longue bande, parfois très-étroite, sur les flancs occidentaux de la chaîne, s'étend sans interruption du 36^e degré de latitude, limite méridionale de la Sierra, jusqu'à Puget-sound, au delà du 49^e degré.

Descendant de la Sierra, et nous dirigeant toujours vers l'ouest, nous entrons dans la longue vallée californienne, où nous voyons la forêt se morceler, perdre son aspect grandiose, et finalement se réduire à quelques bouquets d'arbres isolés ; mais elle va reparaître sur les montagnes encore élevées qui longent les côtes du Pacifique. Là elle renaît en quelque sorte, et, quoiqu'elle présente un autre aspect, elle n'est pas moins majestueuse que la précédente. Elle est même beaucoup plus belle et les arbres y sont mille fois plus nombreux. Beaucoup d'espèces que nous n'avons rencontrées sur la Sierra-Nevada qu'à l'état d'arbrisseaux ou de grands buissons deviennent ici, par le fait d'une atmosphère plus humide, des arbres du premier ordre. Sur presque toute la longueur de la Californie ces deux forêts parallèles restent séparées, mais à leur extrémité septentrionale elles se rejoignent et forment une large lisière boisée le long de la côte du Pacifique, lisière bornée à l'est par les montagnes de la Cascade, et s'étendant au nord, à travers la Colombie britannique, jusqu'à notre territoire d'Alaska.

Nous avons donc, dans notre continent septentrional américain, deux régions forestières, celle de l'Atlantique et celle du Pacifique, dénominations parfaitement appropriées, puisque toutes deux doivent leur existence aux océans qu'elles avoisinent. Nous pouvons compter encore une troisième région forestière, mais de moindre importance, celle des montagnes Rocheuses, intermédiaire entre les deux autres, dont elle est séparée par des plaines arides et sans arbres, à l'est la région des prairies, à l'ouest le désert.

Cette région moyenne et montagneuse est coupée de l'est à l'ouest par une grande dépression, sorte de plateau surbaissé, aride et de nature alcaline, qu'on peut regarder comme un prolongement transversal des prairies. Sa largeur, du nord au sud, est d'une centaine de milles (160 kilomètres), et cette interruption de la chaîne, dont on a profité pour y faire passer la voie ferrée, la divise en deux parties inégales, l'une au sud, qui reste isolée, l'autre au nord, beaucoup plus étendue, et dont la forêt va, d'une part, se confondre au nord-ouest avec celle du Pacifique, d'autre part au nord-est, rejoindre par une bande étroite, à travers le territoire britannique, notre grande forêt atlantique.

Telles sont les limites et la situation géographique de nos régions forestières américaines. Avant de faire ressortir leurs traits distinctifs et de parler des essences d'arbres dont elles se composent, j'aurais à répondre aux questions suivantes : Pourquoi ces forêts sont-elles ainsi distribuées géographiquement ? Pourquoi sont-elles si isolées l'une de l'autre, si rétrécies et si brusquement arrêtées vers le sud, tandis qu'elles s'élargissent au nord et tendent à s'y confondre? Pourquoi, enfin, sont-elles si nettement partagées en forêt orientale et forêt occidentale? Ce n'est pas le lieu d'expliquer ici les principes de la météorologie, ni d'entrer dans les détails de la géographie physique; je me borne à rappeler ce fait, connu de tous, que les arbres sont entretenus par l'humidité de la terre et de l'air, et qu'ils périssent par l'excès de la sécheresse comme par celui du froid. L'arbre est un être doué de sensibilité; il vit de ce que son feuillage tire de l'atmosphère, et il est exposé à tous les accidents du climat. Fixé au sol, il ne peut fuir les intempéries ; tout au plus peut-il en éviter les plus fâcheux effets en jetant bas ses feuilles, c'est-à-dire en se dépouillant de ce qui est précisément son moyen d'existence. Mais les arbres aiment à vivre en société, et lorsqu'ils sont rapprochés les uns des autres, ils se prêtent un mutuel appui. Un arbre isolé est un arbre condamné ; s'il fait partie d'une forêt, il est comparativement sûr de vivre.

Autant que les autres plantes les arbres varient de tempérament, mais aucun ne peut endurer au delà d'un certain degré de froid, ni faire tête à un été trop court ; de là vient que nos régions boréales sont dépourvues d'arbres, comme le sont aussi les sommets des montagnes sous des latitudes plus basses. A mesure que nous gravissons les pentes de ces montagnes, nous voyons les espèces arborescentes diminuer de nombre et les individus se rabougrir. A 6000 pieds (1950 m.) sur les montagnes Blanches du New-Hampshire, à 11 ou 12 000 pieds (3500 m.) sur les montagnes Rocheuses du Colorado, nous foulons sous nos pieds, réduits à l'état de buissons, des arbres qui, à la base de ces montagnes, faisaient le berceau sur nos têtes, et encore ces avortons chétifs ne s'y maintiennent-ils que parce qu'à chaque hiver ils sont abrités par la neige contre le froid. A une hauteur plus grande, la végétation change de caractère ; elle ne se compose plus que de ces petites plantes alpines, dont les plus ligneuses, hautes à peine d'un pied ou deux, méritent tout au plus le nom de buissons. Telle est la flore du Groenland ; telle aussi celle du Labrador et des autres régions arctiques, d'où la rigueur des hivers chasse toute végétation arborescente.

Comme exemple de conditions opposées, jetons les yeux sur l'Amérique équinoxiale, dans sa partie voisine de l'Atlantique. Là se présente la plus vaste et la plus luxuriante forêt de la terre, et cela parce que l'hiver y est inconnu, la chaleur toujours élevée, et qu'il ne s'y passe guère de jour où il ne pleuve dans l'après-midi.

A l'ouest des Andes, surtout en nous avançant vers le sud, nous trouverons un climat en parfait contraste avec celui de la région orientale : là il y a absence de pluies, et, comme conséquence, absence de forêts. Heureusement que ce pays si mal partagé ne forme qu'une bande étroite, resserrée entre les montagnes et la mer. Partout, d'ailleurs, au nord et au sud de l'équateur, les contrées privées d'eau sont des déserts sans arbres et sans habitants. Ce sont les grandes chaînes de montagnes qui déterminent ces diversités climatiques, en arrêtant les nuages qui viennent de la mer et en les précipitant en pluies sur certaines régions au détriment des autres. Les pays abondamment et régulièrement arrosés par la pluie sont naturellement couverts de bois ; ceux au contraire où la pluie est insuffisante ou nulle restent aussi nus que les régions polaires, si inhospitalières à la végétation arborescente.

Les États-Unis atlantiques, situés dans la zone des vents variables, appuyés au sud sur le golfe du Mexique, sorte d'immense chaudière productrice de vapeur, et traversés par les vents de sud-ouest toujours prédominants en été, sont dans d'excellentes conditions pour être abondamment arrosés par la pluie en été comme en hiver. Des chiffres précis mettront mieux le fait en évidence, et nous montreront en même temps le parallélisme qui s'établit entre les sommes annuelles de la pluie et le développement forestier. Dans la région du bas Mississippi, la quantité annuelle moyenne de la pluie est de 50 pouces (1270 millim.) ; de 52 pouces (1320 millim.) à l'est du fleuve, le long du golfe ; de 45 à 41 (de 1143 millim. à 1043 millim.) dans les États qui longent l'Océan entre la Floride orientale et l'État du Maine, ainsi que dans tout le bassin de l'Ohio. Cette quantité d'eau diminue, mais ne descend qu'à 34 pouces (863 millimètr.) dans tout le haut Mississippi et dans la région des grands lacs. Ces fortes pluies, qui sont d'ailleurs régulièrement réparties entre les diverses saisons, expliquent l'étendue et la richesse de notre région forestière atlantique (1).

Un tout autre spectacle nous attend dans l'étroite bande forestière du Pacifique. Là les pluies sont moins fréquentes et beaucoup moins régulières que dans la région orientale. La quantité en est très-différente suivant les lieux, très-inégalement répartie sur les saisons, et, dans les mêmes localités, très-différente d'une année à l'autre.

---

(1) On jugera mieux de la valeur de ces chiffres en les rapprochant de ceux que fournissent les observations pluviométriques sous nos climats.

A Paris, par exemple, la moyenne annuelle de la pluie, fournie par cinquante-quatre années d'observations, est de 516 millimètres. Dans le midi de la France, où la pluie est autrement distribuée entre les saisons, elle est un peu supérieure à 700 millimètres, d'après des observations de M. Naudin. (*Réd.*)

Du golfe du Mexique à l'embouchure du Saint-Laurent, la somme des pluies annuelles diminue modérément et d'une manière assez régulière en allant du sud au nord; mais comme en même temps le climat se refroidit, la quantité d'eau pluviale y est toujours suffisante pour entretenir la végétation forestière. Sur la côte du Pacifique, au contraire, en allant du golfe de Californie à Puget-sound, le tiers méridional de la région est presque totalement privé de pluie; la portion moyenne en reçoit moins que la côte atlantique aux mêmes latitudes; le tiers septentrional, mieux partagé sous ce rapport, est à peu près aussi arrosé que nos côtes atlantiques correspondantes en latitude.

Ainsi donc, la Nouvelle-Angleterre reçoit une égale quantité d'eau en été et en hiver; la Floride et l'Alabama en reçoivent environ une demi-fois plus dans les trois mois d'été que dans les trois mois d'hiver, circonstance des plus favorables pour la végétation arborescente. Sur la côte du Pacifique, au contraire, les pluies d'été manquent totalement, sauf dans la partie la plus septentrionale, et encore y sont-elles très-faibles. Quant aux pluies d'hiver, de 44 pouces (1140 millim.) à cette extrémité septentrionale, elles tombent à moins de la moitié de cette quantité avant d'atteindre la baie de San-Francisco. A mesure qu'on s'avance vers le sud, on voit cette moyenne hivernale se réduire à 12 pouces (304 millim.), à 10 pouces (250 millim.), à 8 pouces (203 millim.) le long de la côte, et finalement à 4 pouces (101 millim.) avant d'avoir atteint la frontière des États-Unis au-dessous de San-Diego.

Si au lieu de ne considérer que les pluies d'une seule saison, nous prenons celles de l'année entière (le printemps et l'automne compris), en nous bornant à la côte du Pacifique, depuis Puget-sound jusqu'à la limite septentrionale de la Californie, nous trouvons la quantité de pluie représentée par une moyenne annuelle de 80 pouces (2032 millim.) à la limite nord de la région, et de 70 pouces (1778 millim.) à son extrémité méridionale, là où commence le territoire californien. A partir de ce point la moyenne annuelle de la pluie diminue rapidement; elle descend à 20 pouces (508 millim.) à San-Francisco, puis à 12 pouces (304 millim.), et enfin à 8 pouces (203 millim.) à San-Diego.

Les deux régions les plus pluvieuses des États-Unis sont donc: à l'ouest, la côte du Pacifique au-dessus du 45^e^ degré de latitude; à l'est, les bords du golfe du Mexique et les États atlantiques septentrionaux; mais, et ceci est à remarquer, il y a alternance entre les pluies des deux régions. Quand l'une est dans la saison pluvieuse, l'autre est dans une période de sécheresse relative. Ainsi, tandis que sur la côte du Pacifique les pluies estivales se réduisent à un maximum qui varie de 12 à 2 pouces (de 304 à 50 millim.), la Floride, sur ses 40 à 60 pouces (1016 à 1524 millim.) d'eau pluviale annuelle, en reçoit de 20 à 26 (de 500 à 660 millim.) pendant les mois d'été; en hiver, la pluie s'y réduit à 6 ou 10 pouces (de 152 à 254 millim.).

Lorsqu'on s'avance vers l'intérieur du continent américain en partant du golfe du Mexique ou des rivages de l'océan Atlantique, on voit la moyenne annuelle de la pluie diminuer graduellement. La région boisée y est très-vaste, et l'on s'étonne même qu'elle ne s'étende pas encore beaucoup plus loin. Au nord-ouest du continent, la région favorisée par la pluie est au contraire une bande étroite contenue entre l'océan Pacifique et les montagnes de la Cascade. A l'est de cette chaîne, le régime pluvial change subitement : de 60 à 80 pouces d'eau (de 1524 à 2032 millim.) qu'il était à l'ouest des montagnes, il tombe à 16 pouces (406 millim.); pour l'hiver seulement il descend de 40 ou 44 pouces (de 1016 à 1117 millim.), à 8 et même à 4 pouces (203 et 101 millim.); en été, il se réduit à 1 ou 2 pouces (25 à 50 millim.), tandis qu'il était de 4 à 12 pouces (de 101 à 304 millim.) de l'autre côté de la chaîne dans la même saison. Tels sont les faits qui nous expliquent pourquoi les crêtes de ces montagnes séparent brusquement deux régions, l'une couverte de hautes et épaisses forêts, l'autre presque entièrement privée d'arbres.

C'est aussi à la rapide diminution de la pluie, qui n'y tombe d'ailleurs que dans une seule saison, que nous devons attribuer le rétrécissement de la forêt californienne vers le sud, et son partage en deux bandes longues et étroites sur les montagnes qui font suite à la chaîne de la Cascade : les unes còtoyant l'océan Pacifique, les autres, beaucoup plus élevées, constituant le massif de la Sierra-Nevada. Par la même raison s'explique la nudité de la longue vallée qui sépare ces deux chaînes, et où l'on ne trouve plus que des arbres disséminés, qui sont loin de rappeler la haute stature de ceux de la forêt proprement dite.

Mais s'il est bien avéré que c'est la faible quantité d'eau pluviale qui fixe en Californie la limite de la région forestière, comment nous expliquerons-nous cet autre fait que, malgré cette condition défavorable, les forêts californiennes nourrissent les arbres les plus gigantesques qui soient au monde ? Et il ne s'agit pas seulement ici de ces énormes *Sequoia* et *Taxodium*, désignés par les Américains sous le nom significatif de *Big trees*, mais aussi des Pins et Sapins, dont les congénères connus ne nous donnent aucune idée de leur prodigieux développement, qui est à peine moindre que celui des *Big trees* eux-mêmes. Évidemment, il y a ici autre chose qu'une simple idiosyncrasie de ces espèces, et ce ne peut être qu'un ensemble de conditions particulièrement favorables à la croissance des arbres, et surtout des arbres conifères. Mais quelles sont ces conditions? C'est ce qu'il n'est pas facile de déterminer. Quelle que soit en effet la quantité d'eau pluviale qui arrose la côte de l'Orégon, elle ne suffit pas pour rendre compte du développement extraordinaire de ses arbres forestiers, car elle tombe presque toute en hiver et se réduit à peu près à rien en été. Malgré cela, il s'y produit plus de matière ligneuse, sur un espace donné, que dans aucune partie de l'Amérique du Nord et peut-être du monde entier. On peut trouver ailleurs des arbres de même taille, et celle de 300 pieds (91 mètres) y est commune, mais on n'en connaît pas dont le tronc soit aussi volumineux, et ces arbres énormes ne sont guère à plus d'une brasse les uns des autres.

Ce qui peut rendre compte, au moins en partie, de cette exubérance de végétation, c'est la grande différence climatique qui existe entre la côte orientale atlantique et la côte occidentale du Pacifique, différence due à la direction des vents dominants et des grands courants océaniques. Sur ce côté occidental de l'Amérique, les vents soufflent pendant toute l'année de l'Océan vers le continent, c'est-à-dire du nord-ouest en été, du sud-ouest en hiver. En même temps le grand courant d'eaux chaudes, ou Gulf-stream, du Pacifique vient balayer la côte et la réchauffer au lieu de s'en éloigner, comme le fait le Gulf-stream de l'Atlantique, qui gagne la haute mer et porte ses eaux du côté de l'Europe. De ces deux conditions principales il résulte que les hivers californiens sont doux, et que pendant une partie notable de leur durée la végétation reste en activité, au lieu d'être suspendue comme au voisinage des côtes atlantiques. La période de croissance y est donc beaucoup plus prolongée qu'à l'est du continent, où, pendant six longs mois, elle est totalement arrêtée par le froid. Même en automne la végétation y est peu active, et elle est alors principalement occupée à mettre les arbres en état de résister aux rigueurs de l'hiver.

Ainsi que nous venons de le dire, la direction des vents, toujours marins, qui soufflent sur la côte occidentale du continent américain, joue un rôle considérable dans la question qui nous occupe. Ce sont eux qui, par les brumes qu'ils apportent de l'Océan, suppléent en été à l'absence de la pluie. Il ne se passe pas de jour, en cette saison, où l'on ne voie dans l'après-midi les montagnes couvertes d'épais brouillards. Le *Red-Wood* (*Sequoia sempervirens*), l'un des deux *Big trees* californiens, le plus beau des deux, de beaucoup le plus abondant et le plus utile, est strictement cantonné sur la chaîne maritime, où il reçoit pendant l'hiver de fréquentes averses, et reste pendant l'été presque continuellement enveloppé des épais brouillards que le vent de la mer y apporte. Là où ces brumes n'arrivent point, le *Red-Wood* ne se montre plus. C'est ainsi qu'il disparaît au sud de Monterey, où les condensations de vapeurs de l'Océan sont moins fréquentes que sur le flanc des montagnes, et où les pluies d'hiver sont moins abondantes et moins certaines. Toute la côte californienne du Pacifique est bordée de ces montagnes, qui arrêtent au passage l'humidité enlevée à la mer; aussi les vents, en continuant leur course, descendent-ils secs dans la vallée située de l'autre côté, et, comme ils sont relativement chauds, au lieu de mouiller la terre, ils lui enlèvent le peu d'humidité qu'elle peut avoir. De là la rareté des arbres dans cette vallée, excepté tout à fait au nord où les pluies d'été ne sont pas très-rares.

Au delà de la vallée, et par conséquent plus loin de la mer, s'élève la Sierra-Nevada, qui, à l'exception de quelques sommets où il tombe accidentellement de la neige ou de la grêle en été, est entièrement privée de pluie en cette saison. Malgré cela, ses flancs sont couverts d'une épaisse forêt, et c'est entre les hauteurs de 3000 et de 9000 pieds (900 et 2740 mètres) que se montrent les arbres les plus volumineux que l'on ait jamais rencontrés, ces gigantesques *Sequoia* si connus aujourd'hui en Amérique et en Europe. Notons cependant que les massifs de ces arbres ne se trouvent que sur certains points de la Sierra particulièrement favorisés, hors desquels on les chercherait vainement. Leur hauteur varie de 200 à 325 pieds (de 71 à 99 mètres), et leurs troncs de 50 à 98 pieds (de 15 à 27 mètres) de circonférence. Avant d'atteindre la région de ces arbres prodigieux, on traverse une forêt de diverses espèces de Pins et de Sapins, d'un développement si énorme en grosseur et en hauteur, que les *Sequoia* eux-mêmes ne paraissent pas disproportionnés à côté d'eux.

Je n'ai pas la prétention d'expliquer cette extrême magnificence de la forêt de la Sierra. Les pluies y sont hivernales, mais, quoiqu'on ne les ait pas encore mesurées, il est hors de doute que la quantité d'eau qu'elles apportent principalement sous forme de neige est considérable, car on cite dans certains hivers des chutes de neige de 50 à 60 pieds (de 15 à 18 mètres) d'épaisseur. Ici, à l'inverse de ce qui se passe au voisinage de la côte, qui est tiède même en hiver, la végétation doit être entièrement suspendue par le froid en cette saison, mais la grande quantité d'eau que ces masses de neige fournissent doit imbiber profondément la terre et la tenir longtemps humide.

On voit donc que la Sierra, beaucoup plus élevée que la chaîne maritime, puisque ses sommets atteignent sur quelques points à 11 000 et jusqu'à 14 000 pieds (3350 et 4270 mètres), est rafraîchie en été par les vents du Pacifique, auxquels elle enlève jusqu'à leurs dernières particules d'eau. Or des montagnes de cette hauteur attirent à elles et condensent l'humidité de l'air de quelque part qu'elle arrive, quand toutefois d'autres montagnes de même hauteur ne l'interceptent pas au passage, et elles sont nécessairement couvertes de forêts. Ce que nous trouvons de remarquable ici, ce n'est donc pas que la Sierra possède des forêts, c'est qu'elle nourrisse des arbres de dimensions si colossales. Notons encore que cette riche et superbe forêt n'occupe qu'une seule ligne longue et étroite, et qu'en dehors de sa tribu favorite de Conifères elle ne possède rien qui mérite d'attirer l'attention. Telles sont, quant à leur situation géographique, leurs conditions physiques et leur étendue, les deux forêts que nous avons à comparer, la forêt orientale de l'Atlantique et la forêt occidentale du Pacifique.

Pour mettre mieux en évidence les traits distinctifs de ces deux régions forestières je m'abstiendrai d'entrer dans de longs détails sur la forêt intermédiaire, celle des montagnes Rocheuses, me bornant à dire qu'elle est comparativement pauvre en espèces d'arbres ; qu'elle en a peu qui lui soient particulières, et celles-là presque toutes dans sa partie méridionale ; que ces espèces rappellent celles du plateau mexicain et qu'elles lui sont communes avec les petites chaînes échelonnées du nord au sud dans ce désert aride d'Utah qui sépare les montagnes Rocheuses de la Sierra-Nevada ; que la majeure partie de ses arbres sont spécifiquement identiques à ceux de la forêt du Pacifique, excepté tout à fait au nord, où ils s'entremêlent de quelques espèces de la forêt atlantique. J'ajoute enfin que les montagnes Rocheuses proprement dites ne reçoivent annuellement que de 12 à 20 pouces (de 304 à 508 millim.) d'eau pluviale, dont la plus grande partie leur arrive sous forme de neige avec de rares averses en été. C'est une faible quantité ; mais ce qui tombe d'eau dans les plaines et les vallées environnantes, surtout à l'ouest, est moindre encore, et cela tient à ce que la Sierra-Nevada intercepte presque toute l'humidité qui arrive du Pacifique, et les montagnes Rocheuses celle qui arrive de l'océan Atlantique.

Puisque j'ai à parler des forêts, je ne m'arrêterai pas à décrire la vaste plaine sans arbres, qui, sur une largeur moyenne de 500 milles (804 kilomètres), s'étend des montagnes Rocheuses à la limite occidentale de notre forêt atlantique. Pourquoi cette immense plaine, où l'on ne rencontre que quelques Peupliers le long des rares rivières qui la traversent, est-elle ainsi dénudée? La cause en est assez évidente. Toutes les grandes plaines de l'intérieur des continents, dans les zones tempérées, sont privées de forêts même quand elles ne sont pas très-arides. Cette région des prairies située à l'est des montagnes Rocheuses, n'est pas cependant à beaucoup près aussi sèche que celle qui s'étend à l'ouest de ces montagnes. Si cette dernière est privée d'eau par le double écran de la chaîne maritime du Pacifique et de la Sierra-Nevada, il n'en est plus de même de la plaine qui fait suite à notre région boisée de l'est.

De ce côté, en effet, les vapeurs enlevées à l'océan Atlantique et à la mer du Mexique ne rencontrent pas sur leur route des obstacles pareils à ceux de la moitié occidentale du continent : aussi la diminution des pluies y est-elle graduelle et non subite ; mais ces pluies ayant à se répandre sur un vaste espace, la plus forte partie tombe naturellement sur les terres les plus voisines de la mer, et leur quantité va décroissant à mesure qu'elles s'en éloignent. De la région du bas Mississippi à l'Océan et du bassin de l'Ohio à la Nouvelle-Écosse, la moyenne annuelle de la pluie est de 47 pouces (1194 millim.). Cette quantité diminue assez rapidement en marchant vers l'ouest, et surtout vers le nord-ouest, et à la limite occidentale de la plaine d'outre-Mississippi, la totalité annuelle de la pluie n'arrive pas à 20 pouces (508 millim.).

Ceci s'explique par la grande prédominancce des vents d'ouest et de sud, et ce qui tombe d'eau sur notre plaine occidentale, c'est-à-dire la région des prairies, n'est pas fourni par l'océan Atlantique et ne l'est que très-peu par le golfe du Mexique. La carte des pluies nous montre, avec la dernière évidence, que la vapeur d'eau enlevée au golfe est presque toute poussée au nord et à l'est, et c'est là tout à la fois ce qui nous vaut la forêt atlantique et sa terminaison à l'ouest. Sur cette carte, en effet, la ligne indiquant la pluviosité moyenne annuelle de 24 pouces(609 mil.), approche beaucoup de la limite occidentale de la forêt, si ce n'est très-loin vers le nord, au delà des grands lacs, où le froid des hautes latitudes, comme le froid des montagnes, permet à la végétation forestière de se développer avec une moindre quantité d'eau. C'est là, nous ne devons pas en douter, la raison qui fait que nos grandes plaines au delà du Mississippi se montrent si nues, quoique nous ayons lieu de nous étonner de voir les arbres y disparaître si brusquement et d'une manière si inattendue.

De ce qui précède, il ne faudrait cependant pas conclure que la pluie, ou son équivalent, étant la condition indispensable d'une végétation forestière, il doit y avoir des forêts partout où la pluie serait suffisante pour les entretenir. Je puis citer au moins deux exceptions à cette règle, et toutes deux de caractères différents. L'une est celle de la Sierra-Nevada, qui nous présente une forêt superbe où il ne pleut que dans les trois mois d'hiver, et où le sol est si aride en été qu'on ne saurait en remuer une motte sans soulever un nuage de poussière; l'autre est celle des prairies de l'Iowa et de l'Illinois, qui s'avancent en longs prolongements, ou même forment de larges enclaves au milieu de notre forêt atlantique, dans des localités où il tombe probablement beaucoup plus d'eau en toute saison que sur les flancs de la Sierra-Nevada. Cependant avec des pluies moindres et de courte durée, ces montagnes possèdent la forêt la plus imposante qui soit au monde, tandis que dans une région mieux arrosée et où la pluie tombe plus régulièrement, nous trouvons nos prairies totalement dépourvues de bois.

Ces deux exceptions, qui semblent des paradoxes, ne sont pas faciles à expliquer. Je n'aurais rien à dire de plus de la première et que très-peu de la seconde. L'origine de ces vastes prairies et de ces espaces dépourvus d'arbres, de ce côté du Mississippi et du Missouri, a été l'objet de nombreuses discussions, et il me faudrait plus d'une heure pour vous exposer les diverses hypothèses qu'on a hasardées à ce sujet, sans que la question en ait été beaucoup éclaircie. La seule conclusion admise par tout le monde est que les prairies ne doivent pas leur manque de forêts à l'insuffisance de la pluie ; les cartes pluviales le démontrent surabondamment, et c'est un point sur lequel le docteur Whitney insiste.

D'après cet habile météorologiste, c'est à la légèreté, la finesse et la profondeur du sol de la prairie qu'il faut attribuer sa nudité. M. Lesquereux l'explique aussi par la nature du sol, mais d'une autre manière. Tous deux, ainsi que d'autres bons observateurs, rejettent l'hypothèse d'incendies allumés par les indigènes à des époques très-anciennes, incendies qui auraient fait le vide dans une forêt jadis plus étendue ; mais le professeur Shaler est d'avis différent. Ses observations dans le Kentucky l'ont amené à reconnaître que des incendies comparativement récents ont converti des forêts de Chênes en prairies, et qu'après la cessation des incendies, ces mêmes terrains se sont de nouveau couverts de bois.

Je suis disposé, pour ma part, et cela par diverses raisons, à croire que la ligne actuelle de démarcation entre nos bois et nos prairies n'est pas celle que la nature leur avait primitivement assignée. Là où il n'y a pas de barrière physique entre la région suffisamment humide pour nourrir une forêt et celle où la pluie n'est pas tout à fait suffisante, il ne peut y avoir qu'une rontière indécise, et des causes comparativement légères doivent y faire pencher la balance tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. De petites différences dans la nature du sol ou dans l'orientation peuvent être décisives sur ce point. Que des incendies soient allumés tous les ans sur cette limite de la forêt, comme l'ont fait pendant des siècles les anciens aborigènes, pour étendre et améliorer le pâturage des Bisons, il en résultera vraisemblablement des effets très-marqués. Je soupçonne donc que la limite déjà irrégulière de la forêt aux anciennes époques a été rendue plus irrégulière encore par les dévastations que je viens d'indiquer, et surtout qu'elle a été reculée fort loin vers l'est, partout où la nature du terrain, l'exposition, les vents dominants et diverses autres circonstances ont aidé l'incendie à se propager. Je fais observer néanmoins qu'il ne suit pas de cette explication que la prairie ait dû se reboiser quand les causes de destruction eurent cessé d'agir. Le gazon et les autres plantes qui se sont emparées du sol, ainsi que les vents violents qui l'ont balayé après la disparition de la forêt, ont dû empêcher les arbres de s'y enraciner. La difficulté que nous trouvons aujourd'hui à repeupler d'arbres les côtes glacées de la Nouvelle-Angleterre, jadis couvertes de bois, nous indique assez combien une forêt disparue a peu de chances de se reconstituer spontanément. Il serait probablement tout aussi difficile, sinon impossible, de reboiser une prairie de l'Iowa, même en choisissant scrupuleusement les arbres les mieux appropriés au sol et au climat.

Nos deux forêts, atlantique et pacifique, ne diffèrent pas moins l'une de l'autre par leur composition que par leur situation géographique et leur climat.

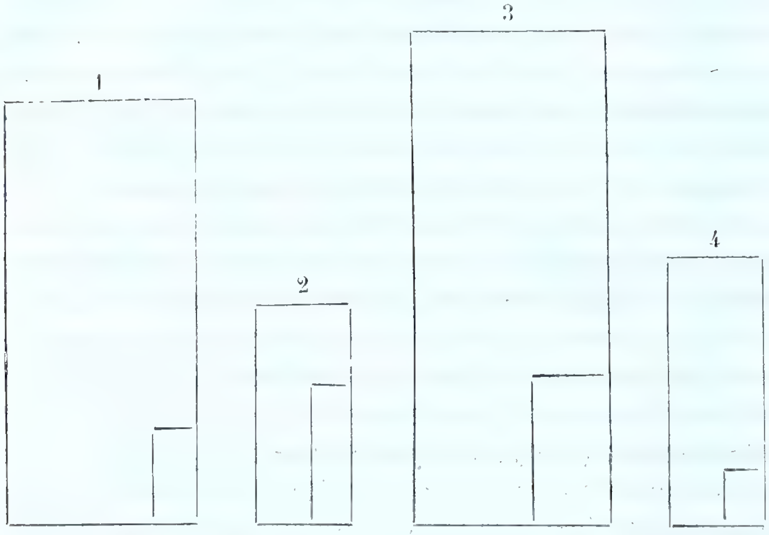
A très-peu d'exceptions près, exceptions d'ailleurs remarquables, les forêts de tout l'hémisphère septentrional, dans la zone tempérée, sont en majeure partie formées non des mêmes espèces d'arbres, mais d'espèces très-analogues, c'est-à-dire de mêmes genres ou au moins de mêmes familles. Il est rare, d'ailleurs, qu'une même espèce bien caractérisée soit commune à des forêts séparées par de longs intervalles; mais dans notre zone tempérée septentrionale, et sur toute la circonférence de cette zone, les forêts contiennent des Pins, des Sapins, des Mélèzes, des Cyprès, des Genévriers, des Chênes, des Bouleaux, des Saules, des Peupliers, des Érables, des Frênes et quelques autres espèces d'arbres analogues. Cependant, malgré ces ressemblances de familles, chaque région forestière possède en propre certains arbres caractéristiques qui la distinguent de prime abord de toutes les autres.

Pour établir la comparaison entre la forêt du Pacifique et celle de l'Atlantique, je n'ai pas beson d'énumérer les arbres de cette dernière, que je suppose vous être suffisamment connus; mais ce qui vous frappera à première vue, c'est le fait que la plupart de ces arbres manquent à la forêt du Pacifique. Et en effet elle n'a ni Magnolias, ni Tulipiers, ni Asiminiers (*Papaw*), ni Tilleuls, ni *Gleditschia*, et seulement un très-petit nombre d'Érables. Elle n'a pas davantage de Robiniers, ni aucune autre espèce de Légumineuse arborescente; pas un seul Cerisier de taille à fournir du bois de construction, comme notre Merisier sauvage; point de *Nyssa* ni de Liquidambars, ni de Vinettiers, ni de Kalmias; point non plus de *Diospyros* ni de *Bumelia;* pas un seul Houx; mais on y trouve un Frêne d'assez grande taille. C'est vainement aussi qu'on y chercherait le Catalpa, le Sassafras, l'Orme, le Platane, le *Maclura*, les Noyers et les *Carya*, le Mûrier, le Hêtre, le Châtaignier ou le Charme. Sur quelques points de la région, mais seulement dans sa partie la plus septentrionale, on rencontre, et encore rarement, une seule espèce de Bouleau. Quant aux Conifères, la seule de nos espèces occidentales qui lui manque est le Cyprès chauve (*Taxodium distichum*) de nos marécages méridionaux, et cela pour des raisons particulières qui seront expliquées plus loin. Si maintenant vous me demandiez quels arbres feuillus remplacent dans la forêt du Pacifique ceux de notre région orientale, je vous répondrais qu'il n'y en a point ou presque point. On y trouve un Arbousier qui devient arborescent et y remplace notre Kalmia; la Californie possède un Laurier (*Benzoin æstivale*), qui y fait le pendant de celui de la Virginie. Dans aucun des genres communs aux deux régions, les espèces ne sont aussi nombreuses dans celle du Pacifique que dans l'autre. On n'y trouve pas la moitié autant d'espèces d'Érables, de Frênes, de Peupliers, de Noisetiers, de Bouleaux ou de Chênes, et ces arbres, presque toujours de petite taille, ne produisent qu'un bois de qualité inférieure. Ceci est surtout vrai des Chênes et des Frênes, qui y sont comparativement si rabougris et dont le bois est si mauvais, que, m'a-t-on assuré, on n'en rencontrerait pas dans tout l'Orégon et la Californie un seul dont on pût faire une roue de voiture passable.

Cette pauvreté de la forêt occidentale en types génériques et spécifiques d'arbres feuillus peut être rendue frappante, au premier coup d'œil, par des diagrammes ou dessins graphiques, comme ceux que je vous présente ici sous forme de rectangles, dont la hauteur et la largeur sont proportionnelles au nombre des espèces arborescentes dont se composent les quatre principales régions forestières de la zone tempérée septentrionale. Mais vous vous ferez encore une suffisante idée de cette pauvreté relative, quand je vous aurai dit que, dans la forêt atlantique, nous comptons 66 genres et 155 espèces d'arbres forestiers, tandis que la forêt du Pacifique ne contient que 31 genres et 78 espèces (1). Dans les diagrammes ci-joints, les petits côtés des rectangles sont proportionnels au nombre des genres, les grands côtés au nombre des espèces :

---

(1) Nous ne parlons ici que des arbres de haute futaie, ou de ceux qui, dans de bonnes conditions de croissance, peuvent prendre rang parmi les arbres. Nous excluons de ce calcul ceux de l'extrémité sud de la Floride, dont le climat est décidément subtropical, comme aussi une ou deux espèces de l'Arizona, qui peuvent remonter vers le nord jusqu'à l'extrémité méridionale de la forêt californienne, mais qui manifestement n'en font pas partie. Nous considérons comme de vrais arbres toutes les espèces des genres *Pinus*, *Larix*, *Picea*, *Abies* et *Tsuga*, et nous réunissons en un seul genre les *Cupressus* et les *Chamæcyparis*.



1. Forêt américaine atlantique.
2. Forêt américaine du Pacifique.
3. Forêt asiatique Japon-mandchourienne.
4. Forêt européenne.

Au total, la forêt du Pacifique consiste en Conifères, n'ayant d'autres arbres que comme sous-bois ou en individus disséminés çà et là dans quelques vallées, où les Chênes représentent tant bien que mal les massifs de mêmes essences génériques qu'on rencontre aux abords de la prairie au delà du Mississippi. Peut-être le contraste le plus frappant entre l'est et l'ouest, lorsqu'on suit la route ordinaire pour revenir de Californie, consiste-t-il dans la différence d'aspect imprimé au paysage par les hautes pyramides des Conifères, et celui qu'on retrouve en arrivant au voisinage du Mississippi, où réapparaissent ces grands arbres feuillus à tête arrondie et de diverses nuances, qui caractérisent le paysage atlantique. C'est qu'effectivement ce dernier est particulièrement riche en arbres de cette sorte, sans être pour cela pauvre en Conifères, qui font l'unique beauté de la forêt occidentale. L'irrémédiable pauvreté de cette dernière en arbres feuillus ne peut manquer de vous frapper à la simple inspection des diagrammes, où la proportion relative des Conifères aux arbres feuillus est exprimée par les petits rectangles introduits dans les grands.

Ces diagrammes sont rendus plus instructifs par leur comparaison avec ceux qui représentent les mêmes rapports entre nos forêts américaines et celles des autres contrées tempérées en Asie et en Europe. A ces quatre diagrammes on pourrait en ajouter un cinquième, qui représenterait la région Altaï-himalayenne, géographiquement intermédiaire entre les deux régions forestières de l'ancien continent, comme celle des montagnes Rocheuses l'est entre les deux nôtres. Nous laisserons cependant de côté ces deux régions intermédiaires pour diverses raisons qu'il y aurait peu d'utilité à exposer en ce moment; nos quatre diagrammes devant suffire pour faire ressortir les faits que je veux vous présenter.

En nous restreignant aussi rigoureusement que possible au choix de végétaux arborescents sur lesquels nous avons jusqu'ici fondé notre comparaison des forêts américaines, nous trouvons, pour toute l'Europe, 33 genres et 85 espèces d'arbres forestiers. Dans la région beaucoup plus étroite de l'Asie orientale, que nous pouvons appeler Japon-mandchourienne, le nombre des arbres ne va pas à moins de 66 genres et 168 espèces. Il faut remarquer que je ne fais entrer dans cette circonscription forestière que le Japon, la Mandchourie orientale et les côtes adjacentes de la Chine. Les espèces d'arbres que nous y comprenons peuvent n'être qu'incomplétement déterminées et laisser quelque incertitude ; mais le nombre, loin d'en être exagéré, en sera plutôt accru par des investigations ultérieures, et dans une plus forte proportion que pour les autres régions ici considérées. D'un autre côté, pour se faire une juste idée de la supériorité forestière de la région asiatique-orientale, il faut tenir grand compte de son peu d'étendue relative. Le petit tableau suivant nous rendra plus sensible la comparaison que nous voulons faire entre les deux régions de l'ancien continent :

Pour l'Europe :

Arbres feuillus....	26 genres.	68 espèces.
Conifères.........	7	17
Total.....	33 genres.	85 espèces.

Pour la région Japon-mandchourienne :

Arbres feuillus....	47 genres.	123 espèces.
Conifères	19	45
Total.....	66 genres.	168 espèces.

En d'autres termes, une bande étroite de l'Asie orientale contient deux fois autant de genres et presque deux fois autant d'espèces d'arbres indigènes que l'Europe entière, et, en fait d'arbres conifères, la première possède plus de genres que la seconde n'a d'espèces, et plus de deux fois et demie autant d'espèces.

Considérant d'une manière générale les quatre régions mises ici en regard l'une de l'autre, la première question qui se présente est celle-ci : Combien y a-t-il d'espèces d'arbres qui leur soient communes à toutes? Si nous faisions entrer dans notre calcul les simples arbrisseaux, nous ne trouverions encore qu'un petit nombre d'espèces; mais si nous tenions compte des végétaux herbacés ou demi-herbacés, nous verrions qu'un nombre très-considérable d'espèces identiques sont communes à l'ancien et au nouveau monde, au moins dans les parties septentrionales de ces aires botaniques, même en en excluant les espèces arctiques et alpines. On peut en dire autant, à un certain degré, de la flore nord-européenne comparée à la flore nord-atlantique américaine; de la flore nord-est asiatique comparée à la partie septentrionale de la flore nord-ouest américaine, et aussi, dans un certain sens, auquel j'ai déjà fait allusion, de la flore nord-est asiatique comparée à la flore nord-atlantique américaine. Mais s'il ne s'agit que des arbres forestiers, et non des flores entières, on peut affirmer qu'il n'y en a qu'un nombre insignifiant, quoique pas tout à fait nul, qui soit commun à ces quatre régions. Par exemple, notre Cèdre rouge (*Juniperus virginiana*), parmi les Conifères, et le Peuplier cotonnier (*Populus tremuloides*), parmi les arbres feuillus, s'étendent à travers tout le continent de l'Amérique, sans variation bien sensible, quoiqu'ils arrivent à peine à la taille de vrais arbres dans la région du Pacifique. Il y aurait probablement encore, mais non certainement, un ou deux exemples semblables à citer dans les parties septentrionales des deux régions, et quelques-uns aussi d'espèces qu'on peut considérer comme très-voisines, ou même tout à fait identiques, entre l'est et l'ouest du continent. Le Sapin du Canada (*Hemlock Spruce*, *Abies canadensis*) des États atlantiques septentrionaux et l'If de la Floride ont leurs similaires dans la forêt du Pacifique ; on pourrait même dire que les Ifs (*Taxus*) des quatre régions que nous comparons ne sont que des variétés d'une seule espèce polymorphe. Le Bouleau du nord de l'Europe et ceux du Canada et de la Nouvelle-Angleterre sont dans le même cas. Il en est encore de même du Châtaignier, confiné en Amérique dans les États atlantiques, et qu'on retrouve au Japon. Citons enfin, comme formant un nouveau lien entre ces diverses régions, le Sapin de Menzies (*Abies* ou *Picea Menziesii*) de l'Orégon, qui appartient au nord-est de l'Asie, et dont une forme particulière se retrouve dans les montagnes Rocheuses.

Abordons maintenant des questions d'un autre ordre et essayons d'y répondre.

Pourquoi notre forêt du Pacifique, qui est riche en Conifères et à certains égards sans pareille au monde, est-elle si pauvre en arbres feuillus ?

Pourquoi nos deux gigantesques *Sequoia*, qui diffèrent spécifiquement l'un de l'autre, qui ont chacun leur site particulier et qu'aucune affinité très-prochaine ne rattache à d'autres genres, sont-ils exclusivement propres à la Californie ? Remarquons, d'ailleurs, que les six genres de Conifères les moins éloignés des *Sequoia* sont à peu près tous monotypes, c'est-à-dire réduits à une seule espèce. L'un d'eux est américain, c'est le *Taxodium* des États atlantiques, qu'on trouve aussi sur le plateau mexicain (1) ; tous les autres sont japonais ou chinois.

Comment se fait-il que ces six genres de Conifères bien distincts, quoique ayant entre eux des analogies évidentes, la plupart monotypes et qui peuvent parfaitement vivre en Europe, se trouvent cantonnés, l'un sur le côté oriental du continent américain, l'autre sur le côté occidental, et encore sur un espace restreint, et le reste sur une étroite portion de la région nord-orientale de l'Asie?

---

(1) Les gigantesques *Taxodium* des plateaux du Mexique diffèrent spécifiquement du *Taxodium distichum* des marais de la Louisiane ; celui de Santa-Maria de Tule, en particulier, a été décrit par Tenore sous le nom de *T. mucronatum* (*Act. Soc. XXV*, 2e partie). (*Réd.*)

Pourquoi la majeure partie des types de Conifères sont-ils confinés dans ces deux régions?

Pourquoi, enfin, la lisière nord-orientale asiatique possède-t-elle non-seulement tant de Conifères, mais encore un nombre d'arbres feuillus plus grand qu'en aucune autre partie de la zone tempérée? Pourquoi la seule région forestière qui puisse lui être comparée est-elle située sur un point opposé du globe et en quelque sorte à ses antipodes? En d'autres termes, pourquoi la forêt européenne et celle du Pacifique américain sont-elles si pauvres à côté des deux autres, et pourquoi la forêt du Pacifique, la plus pauvre des quatre, est-elle néanmoins riche en Conifères?

Pour rendre compte de l'abondance des arbres forestiers des deux régions antipodes dont je viens de vous esquisser les traits, la première chose à faire est de vous signaler quelques-unes de leurs ressemblances les plus frappantes, principalement dans le nombre des types particuliers qui leur sont communs et ne se retrouvent point ailleurs. La conclusion finale que l'observation du fait nous suggère est que cette richesse forestière est un *état normal*, et que ce que nous avons réellement à expliquer, c'est l'absence de ces types en Europe et dans l'ouest américain. Rappelez-vous la liste que je vous ai présentée plus haut des genres d'arbres qui distinguent notre forêt atlantique. Tous ces arbres sont représentés, sinon spécifiquement, du moins génériquement, au Japon, dans le nord de la Chine et dans la région mandchourienne qui y fait suite. Quelques-uns aussi, mais c'est le très-petit nombre, se trouvent en Europe. Si nous faisions entrer dans notre comparaison les simples arbustes et les herbes, nous verrions avec plus d'évidence encore combien est grande l'analogie de la flore américaine atlantique avec celle de l'orient de l'Asie; nous reconnaîtrions tantôt une identité parfaite entre les espèces, surtout parmi les plantes herbacées, tantôt une frappante affinité; quelquefois aussi l'analogie se montrerait dans ce fait de types génériques représentés dans chacune des deux régions par une seule espèce. J'étais encore un très-jeune botaniste quand je commençai à faire cette remarque, et de temps en temps je dressai des listes de ces formes communes. Les preuves de cette curieuse parenté se sont multipliées d'année en année, à tel point qu'aujourd'hui je ne serais guère surpris si l'on venait à découvrir dans l'Asie orientale un *Dionæa*, un *Sarracenia* ou toute autre plante analogue. Très-peu de ces types isolés restent en effet sans leur contre-partie dans cette région; c'est comme si la nature, quand elle avait un nombre suffisant d'espèces congénères, les avait équitablement distribuées entre les diverses parties de la zone tempérée, donnant à chacune d'elles au moins une espèce; lorsque, au contraire, elle n'en avait que deux, elle en donnait une à l'Amérique orientale, l'autre au Japon ou à la Chine; quand enfin elle n'en possédait qu'une, elle la divisait complaisamment en deux variétés pour satisfaire chacun des deux partenaires séparés par un Océan et un vaste continent. Ces distributions, en ce qui concerne les arbres, sont représentées dans les quatre diagrammes que j'ai mis tout à l'heure sous vos yeux.

Si nous mettions en regard les flores complètes des quatre régions que nous comparons, nous ne pourrions pas dire que l'Europe et la région américaine du Pacifique sont plus mal partagées que les autres; mais si nous nous en tenons aux arbres, le spectacle change, et nous sommes amenés à choisir entre ces deux hypothèses : ou les deux régions forestières orientales des deux continents ont été exceptionnellement favorisées par la nature, ou bien les deux régions occidentales ont été *anormalement* oubliées ou maltraitées par elle. Cette dernière alternative, ainsi que je l'ai donné à entendre plus haut, est de beaucoup la plus probable.

Nous pouvons admettre, avec la majorité des naturalistes, que, sur tout le globe, les plantes ont été sélectionnées par le climat, quelles qu'aient pu être d'ailleurs les autres influences qui ont agi sur elles. Pour qu'elles se maintiennent sur un point quelconque, il faut qu'elles y résistent à tous les excès climatiques. Mais, dans la question qui nous occupe, le climat ne rend pas compte de la pauvreté forestière de l'Europe, ainsi que le prouvent des expériences multipliées et assez prolongées pour qu'il ne reste aucun doute sur ce point. Il n'y a probablement aucun arbre de la zone tempérée qui ne puisse prospérer dans quelque contrée de l'Europe. La Grande-Bretagne pourrait, à elle seule, nourrir deux ou trois fois autant d'espèces arborescentes que les États-Unis atlantiques, où nous réussissons à peine à faire vivre une espèce du Pacifique. L'Angleterre, au contraire, peut les cultiver toutes, aussi bien que celles de la région atlantique, de la Chine, du Japon et de la Sibérie septentrionale, qui, par compensation, réussissent remarquablement sur plusieurs points de nos États orientaux, surtout dans ceux où le climat est tempéré-froid. Le trait saillant de la pauvreté forestière de l'Europe est l'absence de nos types américains atlantiques. L'Europe ne possède ni Magnolias, ni Tulipiers, ni Asiminiers, ni *Negundo*, ni aucune Hippocastanée ; elle n'a rien qui rappelle ce bel assemblage d'arbres légumineux si caractéristiques de nos bois américains, les Robiniers, les *Gleditschia*, le *Gymnocladus*, le *Cladrastis*. Son arbre de Judée (*Cercis Siliquastrum*) lui appartient à peine, et ce n'est guère qu'un grand arbrisseau, comme celui de la Californie. Elle n'a point de *Nyssa*, de Liquidambars, d'Éricacées arborescentes (1), de *Bumelia*, de Catalpas, de Sassafras, de *Maclura*, de Juglandées indigènes. Dans le groupe des Conifères, elle n'a point de *Tsuga*, de *Thuia*, de *Taxodium* ni de *Torreya*. Comparée à l'Asie orientale, qui possède la plupart de ces genres, elle n'a ni Ailantes, ni Ginkgos, et manque de bon nombre de genres de Conifères propres à cette région. Je ne saurais citer aucun genre d'arbres qui compense ce déficit dans la flore arborescente de l'Europe, c'est-à-dire qui lui appartienne en propre et soit exclu de l'Asie ou du nord-est américain. Le Cèdre, le vrai Cèdre, approche, il est vrai de ses frontières, mais il appartient à l'Asie et à l'Afrique. J'ai à peine besoin d'ajouter que les *Sequoia* sont étrangers à l'Europe, aussi bien d'ailleurs que tous les genres caractéristiques de la flore arborescente de la Californie.

---

(1) Sauf l'Arbousier, qui, dans les Pyrénées, où il est indigène, prend les proportions d'un arbre de troisième grandeur.

Maintenant, le fait capital qui se présente et qui appelle nos réflexions, c'est que presque tous ces genres d'arbres inconnus à l'Europe, y étaient florissants dans les dernières périodes de l'époque tertiaire. L'Europe possédait non-seulement les mêmes types génériques, mais dans bien des cas les mêmes espèces, autant du moins qu'on peut les reconnaître sur des restes fossiles. Il est probable que la forêt miocène de l'Europe était aussi riche et aussi variée que l'est notre forêt atlantique et qu'elle avait avec elle de grandes ressemblances. Mais la période glaciaire est survenue, et tous ces types y ont péri sans pouvoir y revenir lorsqu'elle eut cessé. De là la pauvreté actuelle de la forêt européenne, ou au moins l'explication probable de la disparition des arbres qui sont le trait distinctif de la nôtre.

Pourquoi ces arbres ont-ils disparu de l'Europe, tandis qu'ils ont survécu en Amérique et en Asie ? Avant de répondre à cette question, nous devons d'abord nous demander comment l'Europe en était venue à les posséder, et comment, entre autres espèces de Conifères, elle avait les analogues ou les semblables de nos deux gigantesques *Sequoia* de Californie. Il s'y trouvait en effet au moins deux espèces de ce genre, l'une si semblable au *Taxodium* ou *Sequoia sempervirens*, l'autre au *Sequoia gigantea*, que, si leurs débris fossiles, au lieu d'avoir été trouvés en Europe, l'avaient été en Californie, personne n'hésiterait à les rattacher aux espèces actuellement vivantes, dont on les considérerait comme les ancêtres. Dans le fait, c'est la conclusion probable à en tirer. L'adage : *Cœlum, non animum, mutant*, est applicable à nos arbres californiens, quelque grande que soit dans le temps et dans l'espace la distance qui les sépare aujourd'hui de l'antique forêt européenne. Si l'essence spécifique n'a pas changé, ou même si elle a été quelque peu modifiée, il est légitime de les rattacher par un lien généalogique aux *Sequoia* de l'Europe miocène.

C'est qu'aujourd'hui on s'accorde généralement à considérer les individus d'une même espèce, ou ceux qui ont entre eux une telle ressemblance qu'on peut les prendre pour de simples dérivés d'un premier type, comme sortis d'une souche commune et originaires d'un même lieu, quelle que puisse être d'ailleurs leur séparation dans l'espace et dans le temps. On peut sans doute faire la supposition contraire, et elle était sérieusement soutenue il y a quelques années. Rien, en effet, n'empêche de penser que les plantes et les animaux actuellement vivants ont été créés à la place même qu'ils occupent aujourd'hui, mais ce ne serait point là de la science. Une pareille opinion est en désaccord avec ce que nous observons, et l'adopter serait dire qu'il n'y a pas lieu à chercher une explication scientifique du fait.

Il y a quelque chose de plus. Quand les espèces d'un même genre ne sont pas dispersées sur une grande étendue de la surface du globe, il arrive ordinairement qu'elles sont concentrées dans une même région plus ou moins large, comme par exemple les *Carya* (*Hickories*) dans nos États atlantiques, les *Aster* et les *Solidago* dans l'Amérique du Nord, principalement orientale, les *Erica* dans l'Europe occidentale et le sud de l'Afrique, etc. Ce fait nous suggère l'idée que toutes les espèces congénères, en donnant à ce mot une large acception, sont dans de véritables rapports de parenté, qu'elles ont une origine commune, et qu'elles sont nées dans une même circonscription géographique. Il en résulte que lorsque nous rencontrons une espèce séparée par de grandes distances du groupe naturel auquel sa structure la rattache, nous éprouvons un certain étonnement, et nous nous demandons comment cette séparation a pu se faire. A plus forte raison, nous adressonsnous une question semblable en présence de ces espèces ubiquistes qu'on rencontre sous toutes les latitudes et dans tous les pays de la terre.

Remarquons maintenant qu'un nombre très-considérable de plantes herbacées, d'arbustes et de sous-arbrisseaux de la zone tempérée, mais très-peu d'arbres, se retrouvent spécifiquement identiques sur tout le contour de l'hémisphère septentrional; que d'autres espèces, nombreuses encore, n'occupent que la moitié de ce contour, les unes communes à l'Europe et à l'Asie orientale, les autres à l'Europe et à nos États atlantiques; que d'autres encore, et plus nombreuses, ainsi que je l'ai déjà dit, appartiennent simultanément à la moitié orientale de notre continent et à l'orient de l'Asie, tandis qu'il n'y en a au contraire que très-peu qui soient communes à l'Asie orientale et à la région pacifique américaine, malgré la moindre distance qui sépare ces deux régions.

Il serait inutile de chercher à expliquer cette distribution géographique des plantes de la zone tempérée septentrionale par des causes actuellement agissantes, comme par exemple le transport des graines à travers l'Océan par les vents et les courants marins ou les oiseaux. Ces divers agents peuvent être invoqués tant qu'il ne s'agit que de courtes distances à franchir et que la dispersion des plantes se fait pour ainsi dire pas à pas; mais ils sont de nulle valeur pour expliquer le passage d'une flore entière d'un continent à l'autre. Tout au plus peut-on leur attribuer, et encore dans de rares circonstances, le déplacement de quelques espèces auxquelles des particularités de structure de leurs graines permettent ces moyens de transport. Heureusement nous ne sommes point obligés de recourir à ces suppositions hasardées. La végétation alpine des montagnes Blanches du New-Hampshire est identique à celle du Labrador, et, pour rendre compte de cette identité, nous n'avons nul besoin de faire intervenir des oiseaux qui auraient transporté des graines de l'une de ces contrées à l'autre. Selon moi, ce n'est pas dans de semblables accidents qu'il faut chercher la solution du problème, mais dans une cause générale, unique et uniforme. Je dis même avec assurance que c'est en nous tournant vers le nord que nous la trouverons, en étudiant d'abord l'état actuel de la flore arctique, puis celui dans lequel elle se trouvait à une époque géologique antérieure à l'époque présente.

Au nord de nos deux régions forestières s'étend la zone dépourvue de bois, celle, à proprement parler, de la flore arctique. Comme règle générale, on peut dire que les espèces y sont les mêmes dans toute son étendue, les exceptions consistant en ce que quelques-unes ne font pas le tour entier de la zone et sont cantonnées seulement dans quelques-unes de ses parties.

Le prolongement des terres de l'ancien et du nouveau monde dans la région arctique, où elles semblent vouloir se rencontrer, comme nous le montre la carte du pôle, nous fait comprendre aisément que la végétation doit y être uniforme par le fait même de l'uniformité des conditions climatiques. Si nous nous rappelons en même temps que la distribution de la terre et de l'eau a dû varier considérablement depuis que cette végétation existe, nous pourrons légitimement admettre que, tantôt sur un point, tantôt sur un autre, les bras de mer ont été coupés par des terres qui ont servi de pont aux espèces pour s'entremêler. Dans l'état actuel des choses, il n'y a ici qu'un seul bras de mer d'une grande largeur, celui qui sépare le Groenland du nord de l'Europe, auquel, selon toute probabilité, cette vaste contrée se rattachait autrefois.

Qu'arriverait-il aujourd'hui si un grand refroidissement descendant de la région polaire amenait le climat arctique au milieu de la zone tempérée, ou plus loin encore vers le sud? Exactement ce qui est arrivé à l'époque glaciaire, quand les frimas ont chassé les plantes du nord jusqu'aux limites méridionales de l'Europe, au centre de l'Asie et à nos États du sud. Mais ce refroidissement n'a pas toujours duré; après des milliers d'années dont on ne peut assigner le nombre, une période de réchauffement est survenue, qui a ramené vers le nord cette flore dépaysée. Chemin faisant, quelques espèces ont dû périr avant d'atteindre la région arctique ; d'autres, à mesure qu'elles étaient chassées par la chaleur croissante des plaines, ont pu se réfugier sur les montagnes et se conserver sur leurs sommets glacés. Les conditions d'existence ne sont sans doute pas complétement identiques au sommet des montagnes et sous le cercle polaire, mais elles ont cependant entre elles de grandes analogies. Certaines espèces, plus particulièrement adaptées à telle ou telle localité, s'y sont maintenues avec ou sans modification ; d'autres, de nature plus souple, se sont pliées à des états climatiques plus variés et ont pu occuper une aire plus étendue. De là, tout à la fois, la diversité des flores alpine et boréale, et les nombreuses affinités, souvent même l'identité parfaite d'espèces communes aux sommets alpins et aux régions arctiques. Toute cette théorie s'applique exactement à la végétation de la zone tempérée et aux arbres forestiers dont nous nous sommes occupés. Le fil conducteur à travers ce dédale a été saisi du jour où les végétaux fossiles des hautes latitudes arctiques ont été découverts, et où il fut démontré que peu avant l'invasion du refroidissement, c'est-à-dire dans les derniers temps de l'époque tertiaire, le Spitzberg, l'Islande, le Groenland et le Kamtchatka jouissaient d'un climat aussi doux que le climat actuel de la Virginie et de la Californie, et qu'ils possédaient une végétation arborescente très-analogue ou presque entièrement semblable à celle de ces derniers pays. C'est par les arbres dont nous retrouvons les vestiges dans les couches de la terre que nous remontons par induction au climat sous lequel ils vivaient, et les arbres nous donnent de sûrs renseignements sur les climats.

J'avais deviné et publié ces aperçus bien avant que l'existence des fossiles arctiques fût soupçonnée ; leur découverte donne donc toute certitude à mes prévisions. A l'époque dont nous parlons, le climat actuel de la Pennsylvanie et de la Virginie régnait au Groenland, au Spitzberg et sur toute la ligne de nos rivages septentrionaux, alors couverts de forêts. Les arbres dont elles se composaient étaient, ainsi que je viens de le dire, identiques ou très-analogues à ceux de nos forêts américaines, mais il serait trop long et presque superflu de détailler ici les comparaisons qu'on a faites de nos arbres actuels avec les fossiles des terrains tertiaires.

Je me bornerai à vous dire très-sommairement que les mêmes espèces existent à l'état fossile sur tout le périmètre de la région arctique ; que les dépôts les plus riches et les plus étendus appartiennent au Groenland ; qu'on y trouve presque toutes les espèces d'arbres que je vous ai signalées comme américaines, et qui vivaient alors en Europe : les Magnolias, les Sassafras, les *Carya*, les Noyers, les Légumineuses arborescentes ; un Cyprès identique à notre Cyprès du midi (du moins on ne saisit entre eux aucune différence), et particulièrement les *Sequoia*, non-seulement les deux espèces actuellement confinées en Californie (*S. gigantea*, *S. sempervirens*), mais plusieurs autres encore ; qu'on reconnaît en outre dans ces débris fossiles des arbres qu'on ne retrouve aujourd'hui qu'en Chine et au Japon, par exemple trois espèces de Ginkgos, dont une ne se distingue en rien de l'espèce encore vivante ; que nous avons des preuves irrécusables de l'existence ancienne, dans cette zone arctique, non-seulement de Pins, d'Érables, de Peupliers, de Bouleaux, de Tilleuls et autres essences analogues à celles de nos pays tempérés, mais aussi de l'identité spécifique de plusieurs de ces arbres avec ceux d'aujourd'hui, ce qui autorise à les regarder comme les ancêtres de ces derniers. De longues généalogies sont toujours plus ou moins conjecturales, cependant il ne semble pas que nous sortions des certitudes scientifiques quand nous affirmons que les arbres de notre zone tempérée sont descendus du nord, ni que nous exagérions les probabilités en disant qu'un bon nombre de ces anciens arbres ont été la souche de nos espèces actuelles. Des restes fossiles de ces mêmes arbres ont d'ailleurs été trouvés dans notre région tempérée aussi bien qu'en Europe.

Ainsi donc nous avons répondu d'une manière satisfaisante à cette question : Pourquoi les arbres de nos forêts américaines, ou du moins des espèces qui en sont très-voisines, se trouvent-ils dispersés sur des continents séparés par de si grands intervalles. Toutes les terres de l'hémisphère septentrional divergent à partir d'un centre polaire, et quelles que soient la configuration et l'étendue actuelle de leurs fragments, quels que soient les changements qu'elles ont pu subir dans la série des temps, elles ont joui à une certaine époque d'un climat tempéré et ont été le séjour des arbres que nous trouvons aujourd'hui dans une zone bien plus méridionale. La période glaciaire qui a succédé et qui a mis des siècles et des siècles pour arriver à sa culmination, avait déjà, bien avant d'atteindre sa plus grande rigueur, repoussé sous nos latitudes les arbres que nous y voyons aujourd'hui, ou, pour mieux dire, leurs ancêtres. Pendant ce long, et vraisemblablement premier refroidissement de l'Europe et de l'Amérique (1), se sont déposés dans les marais et les lacs les feuilles, les fruits et quelquefois les branches qu'on retrouve aujourd'hui fossilisés dans les terrains tertiaires miocènes, ou d'une date plus récente, si abondants en Europe. Les géologues donnent les mêmes noms à ces dépôts au Groenland et dans l'Europe méridionale, parce que leurs fossiles végétaux sont identiques ou presque identiques spécifiquement, et à cause de cette similitude ils les regardent comme contemporains. En réalité, cette similitude est une bonne preuve que leur formation n'a point été synchronique. Ces dépôts fossiles dans les basses latitudes doivent être postérieurs à ceux du nord, et ils étaient encore en voie de formation quand le Groenland avait déjà acquis le climat que nous lui connaissons aujourd'hui.

Ce ne sont donc pas les basses, mais les hautes latitudes qui ont été le berceau de notre flore actuelle, et c'est avec raison qu'on regarde les plantes arctiques aujourd'hui vivantes comme dérivées d'une flore jadis tempérée. Cette ancienne flore arctique, lorsqu'elle faisait le tour du pôle, était partout aussi homogène que l'est la flore arctique de nos jours, et lorsqu'elle était poussée par le froid vers des latitudes plus basses, elle conservait encore assez d'homogénéité pour distribuer les mêmes espèces d'arbres, ou des arbres congénères, sur tout le contour de la zone tempérée, et peupler l'Europe de ces types que nous regardons comme spécialement américains. Cependant elle devait varier aussi, surtout par sélection, à mesure qu'elle cheminait vers le sud, par suite des différences locales de sols et de climats des continents divergents, comme aussi par sa distribution à l'est ou à l'ouest dans chacun d'eux, et c'est là ce qui nous explique sa diversité actuelle. Depuis une époque fort ancienne, le système des vents, les grands courants océaniques, quelles qu'aient pu être leurs oscillations vers le nord ou vers le sud, les proportions générales et la configuration des continents (au moins du continent américain), étaient à très-peu près ce qu'ils sont aujourd'hui, de sorte que les plantes ont pu et dû s'y répartir conformément à leurs aptitudes pour les divers climats. Celles qui, sans craindre des hivers froids, demandaient de fortes chaleurs en été, se sont portées vers la partie orientale des continents, c'est-à-dire dans nos États atlantiques, au Japon, en Mandchourie et en Chine; celles qui préféraient les hivers doux se sont réfugiées dans l'ouest; celles, enfin, auxquelles un climat sec et sans pluies estivales convenait mieux, ont surtout prospéré au centre des continents. En un mot, si, par exemple, un millier d'espèces entremêlées ont été lentement poussées dans les diverses régions que nous venons de considérer, elles n'ont pu manquer d'être triées par les diverses circonstances locales qu'elles rencontraient, de telle sorte que leurs descendants actuels se trouvent occuper précisément les lieux où se présentaient pour elles les conditions d'existence les plus favorables.

---

(1) Ceci suppose que l'on admet, avec M. Nordenskiöld, qu'il n'y a eu qu'une seule période glaciaire, celle dont nous parlons ici, ou que s'il y en a eu une autre avant elle, elle est trop reculée dans le temps pour se rattacher au phénomène que nous examinons. Au surplus, ni la paléontologie, ni la géologie arctiques, n'indiquent que cette période glaciaire antérieure ait jamais eu lieu.

Mais outre ce premier triage, il s'en est fait d'autres, dont il faut aussi tenir compte. La période glaciaire qui, à son début, chassait la flore alors si riche des régions arctiques vers nos latitudes moyennes, a dû la pousser, au moins en grande partie, plus loin vers le sud. Jusqu'à quelle limite et à quel degré cette flore a-t-elle été remplacée par la végétation qui, de nos jours, touche aux glaciers du nord, ou par la glace elle-même? C'est ce sur quoi on ne peut former que de vagues conjectures, tant les opinions des géologues sur la période glaciaire sont contradictoires les unes des autres. D'aucune ou presque aucune de ces opinions divergentes on ne peut déduire avec quelque apparence de certitude, ni que la végétation tempérée qui a précédé le refroidissement, et qui a réapparu lorsqu'il a cessé, ait été entièrement chassée de l'Europe septentrionale et des États atlantiques du nord américain, ni qu'elle ait été réduite à une existence précaire ou appauvrie dans ses types spécifiques. Il semble, en outre, qu'au moins sur le continent américain, un climat plus doux que celui d'aujourd'hui a régné pendant quelque temps sur le nord, accompagné d'une submersion considérable des terres, double circonstance à laquelle la flore s'est accommodée en s'avançant d'autant vers le nord, d'où elle a rétrogradé depuis. Toutes ces vicissitudes ont laissé leur empreinte sur la végétation actuelle et particulièrement sur les arbres. Elles nous donnent la raison probable de la disparition en Europe de nos espèces arborescentes américaines.

J'imagine que trois causes principales ont concouru à cette disparition. D'abord l'Europe, qui s'avance à peine plus au sud que le 40^e degré, est tout entière comprise dans les limites généralement assignées à l'influence glaciale venue du pôle. Ensuite les chaînes de montagnes sont la plupart dirigées de l'est à l'ouest, telles que les Pyrénées, les Carpathes, le Caucase, près de son extrémité méridionale. Toutes ces hautes montagnes étaient couvertes de glaciers, qui ont commencé leur travail de destruction par leurs versants septentrionaux, quand les plaines étaient couvertes de forêts chassées du nord par la grande vague glaciale qui descendait du pôle. Attaqués en tête et en queue par la glace, ces forêts ont dû être presque entièrement anéanties. Enfin, pour barrer la voie de retour aux plantes qui s'étaient réfugiées sous des ciels plus méridionaux, la Méditerranée se présentait comme une barrière infranchissable. Quelques arbres plus rustiques ont pu survivre sur les côtes septentrionales de cette mer, comme aussi sur celles de l'océan Atlantique; mais nous ne pouvons douter que les *Taxodium* et les *Sequoia*, les Magnolias, les Liquidambars, et même les Noyers, ne se soient trouvés au nombre des espèces détruites par le froid. Le repeuplement de l'Europe par l'est, jusqu'à une époque relativement récente, semble avoir été rendu impossible par le prolongement probable de la Méditerranée, qui s'unissait alors à la mer Caspienne et de là à l'océan sibérien. Si nous admettons cette hypothèse de Nordenskiöld qu'antérieurement à la période glaciaire, l'Europe était limitée au sud par un océan qui s'étendait de l'Atlantique au Pacifique, à travers l'Afrique et l'Asie centrale, il devient évident que toute possibilité lui était enlevée de recouvrer, soit par le sud, soit par l'est, les types américains qu'elle avait perdus. Nous pouvons supposer, toujours dans cette hypothèse, que l'Europe était alors à peu près dans les conditions actuelles du Groenland, et même qu'elle se rattachait directemeut au Groenland, soit à cette époque même, soit à une époque plus ancienne. Cette réunion des deux continents, en empêchant les eaux du Gulf-stream atlantique d'arriver à la mer polaire, aurait suffit, suivant quelques-uns, toutes les autres conditions restant ce qu'elles sont encore, pour amener la glaciation de l'Europe. Le Groenland peut être considéré, comparativement à d'autres contrées, comme un pays où l'excès du refroidissement a eu pour conséquence un extrême appauvrissement de la flore et la destruction de plantes que son extrémité méridionale, avancée à 6 degrés au sud du cercle polaire, lui permettrait de posséder. Il devrait avoir des arbres, et ces arbres y vivraient; mais depuis que la glaciation les a détruits, toute voie pour y rentrer leur a été fermée par la mer. L'Europe a eu un meilleur sort; mais, dans la mesure que ses latitudes comportaient, elle a été maltraitée dans la même proportion et par la même cause.

Comparons un instant notre continent américain à l'Europe pour en faire ressortir la différence. Ce continent s'étend tout d'une pièce et sans interruption, des mers glacées du nord au tropique du Cancer, et toutes ses chaînes de montagnes courent dans le sens des méridiens. Les arbres, lorsqu'est survenu le froid polaire, ont pu reculer vers le sud, sans rencontrer d'obstacles, aussi loin que la nécessité l'exigeait, et de même la voie leur a été ouverte, après la cessation du froid, pour remonter vers le nord. L'extension beaucoup plus avancée vers le sud du continent américain que de celui de l'Europe, lui conférait d'ailleurs un avantage marqué sur ce dernier. Au voisinage de l'Atlantique, la glaciation proprement dite n'a dû se faire sentir que jusqu'aux environs du 40^e degré de latitude; dans l'intérieur du continent, sans doute par suite d'une plus grande sécheresse atmosphérique et de la hauteur du soleil en été, la limite des glaces a dû être située beaucoup plus au nord, et il n'y a eu que des glaciers partiels sur les montagnes Rocheuses. D'un autre côté, il n'y a point eu d'éruptions volcaniques ni de violentes dislocations dans cette partie du continent. Pour ces diverses raisons, les arbres émigrés du nord ont trouvé là un site favorable; ils y ont prospéré, et c'est à eux que nous devons nos riches forêts actuelles.

Mais la richesse forestière plus grande encore de l'Asie nord-orientale peut s'expliquer d'une autre manière, c'est-à-dire par le concours de circonstances exceptionnellement favorables, tant à l'époque anté-glaciale qu'à celle qui a suivi le refroidissement, et qui dure encore. Les arbres de la forêt miocène circompolaire semblent avoir trouvé là un refuge assuré contre toutes les causes de destruction, et les îles japonaises, auxquelles la majeure partie de ces arbres appartient, doivent avoir été singulièrement adaptées par leur climat à cette végétation. La situation de ces îles, analogues à celle de la Grande-Bretagne, avec l'avantage de latitudes plus basses et d'un plus puissant soleil, leur vaste étendue du nord au sud, leur configuration accidentée, leur proximité du grand Gulf-stream du Pacifique, dont les eaux chaudes atteignent leurs contours, et enfin la répartition comparativement bien proportionnée de la pluie entre toutes les saisons de l'année, telles sont bien probablement les causes qui ont concouru à préserver et à développer le magnifique héritage de plantes que leur a légué une époque antérieure.

Quant à la question de la forêt américaine du Pacifique, elle est étrange et embarrassante. Cette forêt, nous le savons déjà, est le seul refuge existant du type le plus caractéristique et le plus largement répandu des Conifères de l'époque miocène, les *Sequoia*. Plus qu'aucune autre région, le Japon excepté, elle est riche en genres et en espèces de ce groupe d'arbres. Dans ses sables aurifères on trouve des restes fossiles qui semblent établir que, jusqu'au commencement de la période glaciaire, elle possédait des Magnolias, des Hêtres, un vrai Châtaignier, un Liquidambar, des Ormes et divers autres arbres qui manquent aujourd'hui à cette partie du continent, mais qui sont communs au Japon et à nos États atlantiques (1). Pour essayer d'expliquer cette extrême rareté d'arbres feuillus qui, partout ailleurs, constituent le fond essentiel des forêts, en même temps que le grand développement de ce qui n'en est que l'accessoire, c'est-à-dire des Conifères, je serais obligé d'entasser hypothèses sur hypothèses, ce qui laisserait en définitive le problème au point où il est.

On peut beaucoup attribuer au refroidissement glaciaire ; on peut accorder quelque chose aux terribles éruptions volcaniques qui, immédiatement avant l'invasion des glaces, ont couvert de laves brûlantes une large surface du sol forestier, mais il faut accorder davantage, pour rendre compte des faits, à l'étroitesse de cette bande forestière, au manque de pluies estivales et à la distribution irrégulière et précaire des pluies d'hiver.

Sur ces divers sujets les questions restent ouvertes, et nous ne sommes point encore en mesure de les traiter. Si j'ai pu seulement vous faire voir qu'il en est des races d'arbres comme des races humaines, qu'aussi bien que ces dernières elles ont traversé de longues périodes préhistoriques ou prénaturelles historiques, que l'explication du présent doit être cherchée dans le passé à l'aide des vestiges fossiles qui en restent et de ce qui subsiste encore aujourd'hui ; si, en un mot, j'ai réussi à vous démontrer qu'il y a pour le règne végétal une véritable archéologie, j'ai obtenu tout ce que je pouvais me promettre d'une seule conférence sur un sujet encore tout enveloppé d'obscurités.

---

(1) Voyez, sur ce point particulier, les recherches de M. Lesquereux dans les *Mem. Mus. comp. Zoology*, VI, n° 2.

SUR UNE VIGNE SAUVAGE A FLEURS POLYGAMES

CROISSANT EN ABONDANCE

DANS LES BOIS AUTOUR DE BELLEY (AIN)

Par M. le Docteur P. SAGOT,

Professeur d'histoire naturelle.

I

Ayant eu, ces dernières années, l'occasion d'aller à Belley (Ain) à diverses saisons, j'y remarquai avec surprise que la Vigne, avec une apparence absolument sauvage, y croissait en abondance dans tous les bois des environs. J'avais vu jusque-là, soit dans le centre, soit dans le midi de la France, quelques pieds épars de Vigne, évidemment subspontanés, dans des haies ; mais, quoique les grappes en fussent petites, et que les grains en mûrissent souvent mal et tardivement, il était impossible d'y méconnaître la Vigne cultivée. Le bois était fort, les feuilles larges, le grain de grosseur moyenne ; les fleurs étaient hermaphrodites. Les pieds étaient rares, dispersés, et ne présentaient pas une parfaite similitude de l'un à l'autre.

Il en était tout autrement de la plante de Belley. Le bois était grêle, les feuilles étaient petites. Les grains, très-petits, de la grosseur d'une groseille, étaient d'une couleur très-noire, d'un goût acide et acerbe quoique non dépourvu de vinosité, les pepins très-courts. Les fleurs étaient polygames, quelques pieds portant des fleurs hermaphrodites ; mais d'autres pieds, plus nombreux, ne portant que des fleurs mâles. Tous les pieds étaient très-semblables, et la plante croissait en plein bois, en grande abondance et sur une région étendue.

Les fleurs étaient odorantes. Les fleurs mâles étaient plus précoces, et, au début de la floraison, vers le 20 juin, on ne trouvait encore qu'elles. Les étamines plus longues et plus grêles que dans la Vigne cultivée, la couleur orangée des glandes florales, le pédicelle très-grêle, leur donnaient une apparence propre. Les feuilles en été étaient duveteuses par dessous, mais le duvet était tombé en très-grande partie à l'automne.

Ayant envoyé au Jardin des plantes de Paris des graines et une courte note sur cette Vigne sauvage, on me recommanda de l'observer avec soin, en raison surtout de ce que la découverte d'empreintes de Vignes dans le terrain tertiaire supérieur du bassin parisien, travertin de Brie, pouvait faire croire que la véritable spontanéité de *Vitis* en Europe était plus admissible qu'on ne le croyait autrefois.

Depuis plusieurs années, divers jardins botaniques ont reçu et semé des graines du *Vitis cebennensis* Jordan, Vigne sauvage rencontrée par M. Jordan à la Séranne (Hérault), c'est-à-dire dans une vallée très-sauvage des basses Cévennes calcaires. Cet automne, M. Jordan eut l'obligeance de m'en adresser un échantillon frais, pourvu de grappes mûres, provenant de son jardin, où il en conserve un pied vivant, grand et vigoureux. Le *Vitis cebennensis* m'a paru d'un type tout à fait sauvage, bois grêle, feuilles petites, grain très-petit, noir, sur et désagréable au goût, quoique parfaitement mûr. Les pepins sont très-courts, la pointe effilée du bas de la graine ayant très-peu de longueur.

Le *Vitis cebennensis* ressemble beaucoup à la Vigne sauvage de Belley ; il y a cependant quelques petites différences. Le pédicelle du grain est plus court, les grappes sont plus petites, le goût est plus sur. Je n'ai du reste pu faire une comparaison complète, n'ayant pas eu l'un et l'autre vivant à la fois sous les yeux, et n'ayant pas vu les fleurs et les feuilles nouvellement développées du *Vitis cebennensis*, qui lui-même n'a jamais été décrit régulièrement, ni figuré encore.

Le jardin botanique de Dijon cultive une Vigne recueillie comme sauvage dans les bois, et sur laquelle M. Weber, jardinier-chef, me donna quelques renseignements, lorsque je lui montrai des raisins sauvages frais reçus de Belley. Son raisin, d'après ces renseignements, n'était ni moins petit, ni moins sur; son bois était grêle et ses feuilles petites; ses fleurs étaient toutes mâles sur quelques pieds, et d'autres pieds portaient des fleurs hermaphrodites et des fruits. J'ai commencé à observer cette Vigne sauvage dans les bois, à Dijon, mais je n'ai pas encore achevé ces observations, qui demandent à être faites à diverses saisons et en plusieurs lieux. J'ai vu cette Vigne dans le bois de Saulon, en face de Gevrey, dans la plaine. Elle pousse en plein bois, dans un bois touffu, sur un sol d'alluvion tertiaire fertile, un peu humide. Les pieds à fleurs mâles sont plus nombreux que les pieds à fleurs hermaphrodites. La plante croît bien moins abondante qu'à Belley; elle n'a pas autant de constance dans sa forme, du moins au point de vue des feuilles.

D'après les renseignements que j'ai reçus, la Vigne sauvage n'est nulle part abondante dans la Côte-d'Or. M. Weber l'a vue au midi de la crête de partage des eaux, mais non pas au nord. Je ne l'ai jamais vue dans le midi de l'Yonne (vallée de l'Yonne et de la Cure), où j'ai beaucoup herborisé, ni aux environs de Cluny (Saône-et-Loire).

Il y a longtemps que les botanistes sont partagés d'opinion sur l'existence d'une Vigne réellement sauvage en France et en Europe (1). Tournefort (2) cite un *Vitis silvestris lugdunensis* mentionné dans les ouvrages de Bauhin. Gmelin, dans le *Flora Badensi-alsatica*, admet un *Vitis silvestris*. Koch, dans le *Flora*

---

(1) M. W. Schimper signale cependant plusieurs *Vitis* fossiles dans son *Traité de paléontologie végétale*, III : tels sont les *V. teutonica*, A. Br., des lignites de Vetterau; le *V. Ludwigii*, A. Br., des lignites supérieurs de Dorheim; le *V. islandica*, Heer, de Brjamslæk (Islande); le *V. Ausoniæ*, Gaud; du travertin de San-Vivaldo (Toscane), que MM. Gaudin et de Saporta seraient disposés à réunir à notre *Vitis vinifera*. Il est certain que les sarments de Vigne munis de leurs vrilles, découverts dans le travertin de Sézanne (*Vitis Sezannensis*, Sap.), appartenant au paléocène, sont parfaitement semblables à ceux de notre Vigne cultivée.

(2) *Institut. rei herbar.*

Germanica, reconnaît que la Vigne croît comme spontanée, et même en plein bois, dans la vallée du Danube et dans la vallée du Rhin, mais il pense qu'elle peut être un reste d'anciennes cultures de colonies romaines détruites.

Dans les flores locales ou générales de France, De Candolle, Grenier et Godron, Boreau, n'ont pas eu l'idée que la Vigne pût être sauvage, et ne l'ont indiquée que comme subspontanée, sans donner de détails sur les stations où elle croissait, ni sur ses caractères comparés aux vignes des cultures.

Bronner (1) admit la spontanéité des Vignes sauvages de la vallée du Rhin, et donna la description de plusieurs espèces.

Je n'ai malheureusement pu encore consulter la notice de Bronner, mais je dois à l'amitié pleine d'obligeance de M. Jordan la communication de quelques échantillons vivants, dont deux pourvus de grappes mûres, des types de Bronner, reçus autrefois de lui-même et conservés dans le jardin de M. Jordan à Lyon. Ces échantillons m'ont paru d'un type moins certainement sauvage que ceux des Cévennes et de Belley : le bois est plus fort, les feuilles sont plus grandes, les grappes sont plus grandes et plus fournies. Le raisin, dans les deux espèces que j'ai vues, est un peu plus gros, quoique bien plus petit que celui d'une Vigne de culture ; les pepins sont plus longs, le goût est doux et sucré. Bronner a vu des pieds ne portant que des fleurs mâles ; mais, pensant qu'on ne peut bien caractériser une Vigne qu'en connaissant ses raisins, il n'en a pas fait une étude particulière, ni cherché à les rattacher par la comparaison des feuilles aux pieds fructifères.

Une partie des Vignes qui croissent dans les bois, ou tout au moins hors des cultures, dans la vallée du Rhin, ne sont-elles que subspontanées ?

Y a-t-il un mélange de Vigne réellement sauvage et de Vignes subspontanées ?

Y a-t-il, dans les Vignes subspontanées, des degrés différents, et en quelque sorte des étapes successives, dans le retour graduel par dégénérescence vers la ressemblance du type sauvage ?

---

(1) *Die wilden Trauben der Rheinthaler*, mit Tafeln. Heidelberg, 1857.

Le jardin de M. Jordan à Lyon, si riche en échantillons de plantes françaises et européennes de provenance authentique, et de provenances très-nombreuses, possède une collection déjà riche de Vignes sauvages, ou subspontanées ressemblant à l'état sauvage, de provenances variées. Une quinzaine de la vallée du Rhin, envoyées par Bronner lui-même, une dizaine du Lyonnais, une du Jura, six de Corse, une de la Séranne (Cévennes). Je ne connais de cette intéressante collection, qui avait rapporté peu de fruits en 1878, qu'une douzaine d'échantillons, dont trois seulement pourvus de grappes ; mais je puis cependant dire qu'elle renferme des types aussi sauvages que ma Vigne de Belley, ou aussi complétement revenus à la parfaite similitude de l'état sauvage, comme le *Vitis cebennensis* et une Vigne recueillie dans le Jura ; que d'autres échantillons, plus nombreux, me présentent plutôt l'aspect de Vignes subspontanées, et probablement plus avancées dans le retour vers la ressemblance à l'état de nature qu'on ne le voit ordinairement, par le fait de plusieurs reproductions successives de semis dans les haies ou les bois. L'échantillon qui me semble le plus évidemment subspontané présente une découpure des feuilles reconnaissable entre mille (les deux sinus qui limitent le lobe médian arrivant jusqu'à la nervure médiane). J'avais vu et admiré cette race de culture bien connue dans la collection du jardin botanique de Dijon (aujourd'hui détruite en raison de l'apparition du *Phylloxera*), trois mois avant de recevoir l'échantillon du jardin de M. Jordan, et l'identité n'était pas douteuse.

Il est évident que les diverses Vignes du jardin de M. Jordan se ressemblent beaucoup les unes aux autres, et ne diffèrent pas plus que les divers cépages d'un vignoble, ou les espèces affines en lesquelles une observation très-attentive peut partager une espèce botanique.

Est-il aujourd'hui facile de distinguer à première vue une

Vigne sauvage d'une Vigne subspontanée très-dégénérée, ayant perdu beaucoup de son facies de culture?

Il est évident qu'on regardera comme des présomptions de véritable état sauvage : la croissance en abondance en plein bois, dans une région assez étendue; la parfaite ressemblance de tous les pieds; le grand nombre des pieds stériles ne donnant que des fleurs mâles; l'extrême petitesse des raisins, leur goût sûr et acerbe, même à parfaite maturité; des pepins très-courts, un bois grêle, des feuilles très-petites.

On se défiera des échantillons trouvés dans les haies, au voisinage des habitations et des grands vignobles. L'éloignement des vignobles ne sera pas admis facilement comme une preuve de spontanéité, car les oiseaux peuvent porter des pepins à vingt et trente lieues en abondance.

Ces considérations peuvent aider à former un jugement, mais il faut avouer que ce jugement sera assez souvent entaché d'incertitude.

Je ne puis terminer cet article sans dire quelques mots de la reproduction de la Vigne par semis, et des faits de constance de forme ou de variabilité qui ont été observés à cette occasion. Malheureusement il m'est absolument impossible d'embrasser d'un coup d'œil général des expériences horticoles faites dans des lieux très-différents, et surtout de trouver des documents vraiment satisfaisants dans des essais faits presque toujours exclusivement en vue d'obtenir des races améliorées nouvelles, et non d'élucider une question botanique abstraite.

L'expérience demande ici une longue attente. Une Vigne élevée de semis dans le centre de la France ne fructifie guère que vers sept ou douze ans. On voit donc que celui qui se proposerait d'étudier la dégénérescence graduelle par culture en mauvais terrain, en sol boisé ou herbeux, par voie de semis successifs, continués de génération en génération dans des conditions déterminées, aurait à peine, en toute sa vie, le temps de suivre deux ou trois générations successives, car la première fructification deviendrait, dans les conditions de végétation demi-sauvage, plus tardive.

Voici toutefois l'énoncé de quelques faits.

J'ai vu semer dans deux jardins botaniques la Vigne sauvage des bois de Belley. Tous les jeunes pieds étaient parfaitement semblables entre eux. Les feuilles (comme il a été déjà observé dans de tels semis) étaient bien plus dépourvues de duvet par-dessous que les feuilles adultes.

M. Jordan a semé souvent des pepins de Vignes sauvages ou croissant comme sauvages dans des haies, et les a vus se reproduire avec constance de forme. Tous les jeunes pieds du même semis étaient exactement pareils.

Des plants de Vignes sauvages des bois des environs de Dijon, portés dans le jardin botanique de la ville, ont conservé, dans un sol meilleur, ameublé et sarclé, des feuilles bien plus petites que celles de la Vigne cultivée. Un pied tenu en cep se distinguait à première vue des pieds voisins de la collection.

J'ai vu semer, dans le jardin de l'habitation de ma famille, dans l'Yonne, quelques pepins d'un raisin verjus blanc, qui dans l'été très-chaud de 1846 était arrivé à maturité dans un jardin à Bicêtre, près de Paris. Trois pieds furent conservés dans un terrain d'une fertilité très-médiocre. Deux pieds donnèrent un raisin blanc, le troisième un raisin noir, mais de même forme. La maturation était pour tous très-tardive, et ne s'opérait que très-incomplétement; les grains étaient ovales, assez gros ; les grappes étaient assez petites. Les feuilles différaient d'un pied à un autre, mais elles étaient de grandeur ordinaire. Ainsi il y avait eu une variation sensible, et dans un sens de légère dégénérescence.

Aux environs de Dijon, l'abbé Merle, curé de Fontaines, remarquant qu'il germait spontanément au pied d'une treille des pepins de raisin, a eu l'idée d'élever jusqu'à fructification ces jeunes pieds, et en a élevé ainsi un nombre très-considérable. J'ai visité son jardin (malheureusement en hiver) et j'ai causé avec lui longuement. La treille, établie sur un mur bas, porte plusieurs Vignes différentes, notamment des chasselas et un muscat, et le petit jardin contient beaucoup de Vignes différentes. Il a donc pu s'y opérer quelquefois des fécondations croisées. C'est en terre de jardin, de nature argilo-calcaire, que les jeunes plants ont été élevés, comme les pieds fournissant les graines. Le bois et les feuilles dans les élèves de semis ont gardé les dimensions habituelles de la Vigne cultivée. Un certain degré de dégénérescence s'est manifesté le plus souvent : grappes plus petites, grain plus petit, grain à maturation très-tardive, grain à goût sûr et peu agréable. Il s'est produit de légères variations nombreuses, grain blanc ou noir, plus ou moins sucré, juteux, etc. Sur un très-grand nombre de pieds élevés, quatre seulement ont paru dignes d'être considérés comme ayant une valeur d'amélioration horticole.

De très-nombreux semis ont été faits à Angers, en vue d'obtenir des races horticoles améliorées nouvelles, par M. Vibert, puis M. Courtiller, décédés aujourd'hui l'un et l'autre. Je n'ai pu encore me procurer de renseignements sur les résultats généraux de leurs expériences ; je sais seulement que les pieds présentant une amélioration réelle étaient en petit nombre dans les semis.

Bush et Meissner, dans leur publication très-intéressante, *les Vignes américaines*, traduction française, affirment qu'aux États-Unis, dans les semis de pepins de *Vitis vinifera*, il s'est observé quelquefois des pieds stériles pourvus seulement de fleurs mâles. Ils admettent comme certain, que, si dans les Vignes sauvages américaines on distingue neuf espèces botaniques, dans chacune de ces espèces on peut, en observant avec soin. surtout sur une région un peu étendue, trouver des sous-types nombreux.

Je suppose que les pieds stériles à fleurs mâles, qui se présentent peut-être quelquefois, mais à coup sûr très-rarement, dans les semis en terre de jardin, se montreraient plus fréquemment si l'on y faisait des semis en terre peu fertile, et surtout si l'on y suivait l'expérience pendant deux générations successives. Je crois en effet que dans la voie de la dégénérescence, aussi bien que dans celle du perfectionnement horticole, ce n'est qu'à la seconde génération que les résultats bien notables peuvent se produire.

Il serait bien à désirer qu'un botaniste habitant la province, et ayant la campagne à sa porte et une résidence fixe, voulût bien élever de la Vigne dans un bois, dans les conditions de végétation sauvage, se contentant d'élaguer autour d'elle pour l'empêcher d'être étouffée, et resemant ses pepins pendant deux ou trois générations successives.

Les collections de Vignes possèdent une, et peut-être plusieurs races à fleurs abondantes, mais toujours stériles. J'en ai vu une qui avait le bois aussi fort qu'une Vigne fertile et les feuilles très-grandes ; mais je ne me rappelle pas si l'ovaire manque absolument, ou s'il a seulement un vice intérieur organique qui le rend stérile.

Les livres de botanique donnent aux Vignes asiatiques des fleurs hermaphrodites, mais cette assertion ne souffre-t-elle pas quelques exceptions ? Je n'ai pas ici la faculté de consulter à cet égard de grandes collections botaniques.

NOTE
SUR LE *SHORTIA GALACIFOLIA*
ET RÉVISION
DES DIAPENSIACÉES

Par M. le Docteur ASA GRAY.

Il y a environ cent ans, Michaux, à qui la Botanique nord-américaine est si grandement redevable, récolta quelque part, dans les montagnes de la Caroline du Nord, un spécimen isolé d'une plante herbacée en fruit, et où avaient persisté tous les restes de la fleur, excepté la corolle et les étamines. Ces organes importants faisant défaut, la plante ne fut pas mentionnée dans le *Flora boreali-americana*, fondé sur les collections de Michaux et publié par L. C. Richard.

En 1839, comme je faisais l'examen critique de l'herbier de Michaux, ce spécimen attira mon attention et excita mon intérêt. Mon vieil ami le professeur Decaisne voulut bien faire pour moi une esquisse de cet échantillon, avec une analyse des détails existants. Ce fut l'un des premiers des nombreux services qu'il m'a rendus par la suite. Sur ces matériaux imparfaits, et après avoir cherché inutilement la plante dans son lieu d'origine, je m'aventurai à fonder le genre *Shortia*, en l'honneur de l'un de nos principaux botanistes, mort depuis, mais habitant alors non loin des montagnes où il fallait chercher cette plante rare.

Depuis cette époque, elle a été activement recherchée, mais en vain, par moi-même et par différents botanistes, mes correspondants. Enfin, elle vient d'être accidentellement redécouverte, et cette fois en fleur. Je puis donc maintenant en compléter les caractères génériques. Si c'était là tout, ce récit n'aurait pas d'intérêt particulier; mais il y a autre chose à dire.

Il est connu des botanistes que pendant bien des années j'ai appelé l'attention sur les singuliers rapports de ressemblance et souvent d'identité qui existent entre les plantes de l'Amérique du Nord appartenant au versant de l'Atlantique, et celles du Japon et des régions avoisinantes. J'ai résumé ces rapports dans cette proposition, à peine exagérée, que tout ce qui est particulier à la botanique des États-Unis de l'Atlantique, en ce qui concerne généralement la zone tempérée du nord, est représenté au Japon (ou au moins dans le nord-est de l'Asie), soit par des espèces identiques, soit par des types très-analogues. J'ai insisté dans différents écrits sur une explication théorique de ce fait qui lie la flore actuelle tempérée de l'hémisphère boréal avec la flore miocène des régions arctiques et ses migrations vers le sud à l'arrivée de l'époque glaciaire.

En l'année 1858, en recevant du D^r^ Maximowicz une série de spécimens recueillis par lui au Japon (soit directement, soit par l'intermédiaire des botanistes du pays), je reconnus dans le *Schizocodon uniflorus* Maxim. une espèce évidemment congénère du *Shortia galacifolia*, et peut-être même l'espèce identique. Cet échantillon, chose assez curieuse, se trouvait dans les mêmes conditions que celui de l'herbier Michaux, c'est-à-dire qu'il avait un calyce et un pistil complets, mais ni corolle, ni étamines. Cependant il jeta une nouvelle lumière sur les caractères du genre par sa proche parenté évidente avec le *Schizocodon soldanelloides* de Siebold et Zuccarini, genre fondé en l'année 1843 et dont les fleurs étaient parfaitement connues. Négligeant un caractère que j'avais découvert sur le spécimen américain (celui d'un épisperme étroitement appliqués ur l'amande), je rapportai le tout au genre *Shortia*, lorsque je reconstruisis l'ordre des Diapensiacées, en y plaçant non-seulement ce genre *Shortia*, mais aussi le genre *Galax* (1).

Dans l'année 1871, le Dr Maximowicz ayant l'assurance d'avoir pu identifier ce genre, et probablement l'une ou l'autre espèce, sinon toutes les deux, avec une figure très-grossière d'un vieux livre de botanique japonaise, le *Soo Bok* (tome IV, pl. 8), et remarquant la corolle campanulée fimbriée de cette figure avec ses lobes simplement crénelés (au lieu d'être fimbriés-laciniés comme dans le *Schizocodon*), trouvant d'ailleurs dans ses spécimens l'épisperme appliqué sur l'amande (au lieu d'être lâche et prolongé à la chalaze, comme dans le *Schizocodon*), rétablit à juste titre les deux genres *Shortia* et *Schizocodon*. Mais les caractères assignés aux étamines et aux staminodes du *Shortia* étaient tirés de l'analyse qui accompagne la planche gravée sur bois du livre japonais, et c'est par eux, je puis le déclarer maintenant, que l'on a été induit en erreur. Je ne sache pas que la corolle et l'androcée d'aucun représentant japonais de ce genre aient encore été vus et examinés par aucun botaniste européen. Peut-être en existe-t-il dans les collections, qu'on dit très-considérables, de MM. Franchet et Savatier. S'il en est ainsi, il faudrait les comparer avec la plante américaine, qui, après l'espace d'un siècle et des recherches qui ont duré près de quarante années, a été par hasard redécouverte.

Cette plante fut récoltée en fleur, en mai 1877, par un herboriste ignorant presque absolument la botanique, et qui n'a été informé de sa bonne fortune qu'en envoyant récemment à un botaniste l'un des deux spécimens recueillis par lui. L'autre échantillon me fut ensuite confié. La découverte actuelle fut faite par l'herboriste lui-même, M. M. E. Hyams, et par son fils George M. Hyams, jeune homme de dix-sept ans, dans le « Mc Dowell County ».

Les caractères de la plante, tels que les révèle l'analyse de l'une des deux fleurs que j'ai eues à ma disposition, étant suffisamment exprimés dans le *Synopsis* ci-dessous des genres de cet ordre, n'ont pas besoin d'être mentionnés ici en détail. Qu'il nous suffise de dire que, bien que la grossière analyse qui se trouve sur la planche japonaise soit en elle-même trompeuse, et en ce qui regarde l'indépendance des étamines de la corolle, probablement tout à fait erronée, cependant il y a des indices que la structure de l'anthère puisse être identique avec celle de la plante américaine. De plus, comme l'a fait entendre M. Maximowicz, le feuillage dessiné dans la figure japonaise s'accorde beaucoup mieux avec les spécimens américains qu'avec ceux du *Shortia uniflora* de Maximowicz. Peut-être tous deux habitent-ils le Japon.

---

(1) *Proceed. Amer. Acad.* 1870, VIII, 243.

Enfin, ayant eu la bonne fortune d'obtenir une fleur et deux esquisses du *Berneuxia thibetica* de M. Decaisne, type très-intéressant à cause de sa position intermédiaire entre le *Shortia* et le *Galax*, deux genres que je m'étais aventuré auparavant à associer étroitement, j'ai pu constater que la plante du Thibet est beaucoup plus voisine du premier que du dernier. Elle ressemble au dernier par la corolle *quinquépartite* à segments étroits et entiers. Mais elle se rapproche étroitement du *Schizocodon* par les anthères ; tandis que les étamines et les staminodes y sont rapprochés simplement par la profonde partition de la corolle. Je n'y trouve en effet aucune union visible de l'androcée en un tube au delà de son insertion sur la très-courte base tubulaire de la corolle elle-même. La vraie monadelphie et la structure particulière de l'anthère doivent être considérées comme étant les caractères essentiels de la tribu des Galacinées. Ils sont complétés par l'absence de style, le calyce simplement *quinquépartite* et légèrement imbriqué, la petitesse des bractées et la division finale de la columelle de la capsule, le placenta demeurant attaché aux cloisons.

SYNOPSIS GENERUM DIAPENSIACEARUM

Trib. I. DIAPENSIEÆ.— Calyx squamoso-bracteolatus, 5-sepalus; sepalis lobis imbricatis, interioribus sæpius sat altius insertis. Stamina discreta; antheræ apici filamenti inflexo-incumbentes, biloculares. Stylus elongatus. Capsulæ columella placentifera indivisa.

Subtrib. I. **Eudiapensiæ.** — Staminodia nulla. Corolla marcescenti-persistens. Testa seminum nucleo conformis. — Fruticuli cespitosi, humifusi, foliis angustis imbricatis vel confertis enerviis, floribus solitariis.

1. Pyxidanthera Michx. — Antheræ loculi appositi, rima introrsa transversa bivalves, valvulis inferioribus basi cuspide instructis. Ovula amphitropa. — Laxe cespitans : flos inter folia rosulata sessilis. — Species 1, Amer. bor.-or.

2. Diapensia Linn. — Antheræ muticæ, loculi basi divergentes, rima descendente bivalves. Ovula numerosissima anatropa. — Pulvinato-cespitosa, pedunculo evoluto scapiformi. — Species 2, una borealis, una Himalayana.

Subtrib. II. **Schizocodoneæ.** — Staminodia libera petaloideo-squamiformia, villosa v. barbato-ciliata fundo corollæ staminibus alterna inserta. Corolla decidua. — Herbæ rhizomate repente, foliis longe petiolatis, lamina dilatata reticulato-venosa, scapo uni-paucifloro, bracteis sepalisque sæpius striato-nervosis.

a. Filamenta usque ad faucem corollæ 5-lobæ (longe ultra staminodia) adnata. Folia rotundata, nunc cordata, plus minusve dentata.

3. Shortia Torr. et Gray. — Scapus uniflorus. Calyx insigniter imbricato-bracteatus. Corolla campanulata, 5-fida, lobis inæqualiter nunc duplicato-paucicrenatis. Antheræ (in spec. Amer.) subcordato-oblongæ, incumbenti-horizontales, loculis parallelis longitudinaliter (ad latera) dehiscentibus. Staminodia dilatata, substipitata, ima basi corollæ inserta, super ovarium incumbentia. Stigma fere capitatum. Testa seminum nucleo conformis. — Spec. 2, Amer. bor.-orient. et Japonia.

4. Schizocodon. — Scapus racemoso-pauciflorus. Calyx minus imbricatus, anguste-bracteolatus. Corolla breviter infundibularis, 5-loba, lobis truncatis fimbriato-laciniatis. Antheræ didymæ, loculis lateraliter dehiscentibus, bivalves. Staminodia linearia, supra basin corollæ inserta. Testa seminum reticulata, ad chalazam ultra nucleum producta. — Spec. 2, japonicæ.

b. Filamenta cum staminodiis interpositiis basi corollæ quinquepartitæ inserta. Folia elliptico-spathulata, integerrima, subavenia, in petiolum attenuata.

5. Berneuxia Dcne. — Scapus capitato-pluriflorus : bracteolæ angustæ. Corollæ segmenta spathulato-obovata, integerrima. Staminodia spathulata, filamentis gracilibus dimidio breviora, cum iis summo tubo brevissimo corollæ inserta. Antheræ didymæ fere *Schizocodonis*. — Spec. 1, Thibetiæ maxime orientalis.

TRIB. II. GALACINEÆ. — Calyx minute bracteolatus, 5-partitus, segmentis parum imbricatis enerviis. Corolla alte 5-partita, decidua, segmentis obovato-spathulatis integerrimis. Filamenta fertilia cum staminodiis apice spathulatis antheras superantibus in tubum angustum basi tubo corollæ brevissimo adnatum monadelpha : antheræ innatæ, erectæ, subglobosæ v. obovatæ, dorso intus solidæ, antice polliniferæ, rima verticali crescentiformi inæqualiter bivalves. Stylus brevissimus. Placentæ ab axi tripartibili dissepimentis adnatæ, demum secedentes. Seminum testa laxa sursum longe attenuata.

6. GALAX, Linn. — Flores numerosi, parvi, in scapo nudo longe crebreque racemosi. — Spec. 1, Amer. bor.-orient.

P.S.—1° J'ai en ce moment sous les yeux une plante fleurie du *Shortia galacifolia*. La brusque inflexion de l'anthère sur le sommet du filet, qui se voyait sur l'échantillon desséché, existe également dans la fleur fraîche. Les anthères, exactement horizontales, forment un angle droit avec les filets desséchés et un cercle rayonnant autour du style, qui lui-même est très-rapproché de leurs sommets émarginés. Les larges staminodes sont recourbés sur l'ovaire d'une manière qui est bien exprimée dans l'ancienne diagnose du *Shortia* tracée par Maximowicz : « *Ovarium glabrum, squamulis staminum incumbentibus velatum.* » La fleur est protérogyne; la corolle, d'un blanc pur pendant l'anthèse, prend une teinte rosée en vieillissant.

2° Je dois avouer avoir commis une grave omission en laissant passer, sans l'avoir relevée, la diagnose du *Shortia galacifolia* tirée de l'examen d'un échantillon fleuri communiqué par M. Franchet, et publiée dans le *Bull. Acad. Pétersb.*, tome XX, p. 470, déc. 1874, et reproduite dans les *Mél. biol.*, tome IX, p. 450. La principale différence existant entre cette diagnose et l'espèce américaine est fournie par l'anthère, et elle paraît importante. Voici ce que dit, à ce sujet, la diagnose de Maximowicz : « *Antheræ mediante connectio crasso medio dorso insertæ, erectæ, didymæ loculis parallelis introrsis.* »

Cela signifie que l'anthère est semblable à celle du *Schizo-*

codon, avec cette différence que les loges sont tout à fait parallèles. S'il en est ainsi, la différence de structure des anthères des deux espèces de *Shortia* n'est pas aussi importante que les caractères donnés l'indiquent; seulement le *S. uniflora* doit avoir des anthères plus courtes. Nous pouvons espérer que bientôt les deux espèces seront directement comparées.

La grossière figure japonaise à laquelle il a été fait allusion précédemment paraît avoir des anthères qui ne diffèrent pas de celles du *S. galacifolia*. Il est probable qu'elle représente cette espèce même ou une troisième espèce qui lui ressemble beaucoup.

17 février 1879.

EXPLICATION DE LA PLANCHE 15:

Shortica galacifolia.

A. Échantillon recueilli par Michaux et conservé dans l'herbier du Muséum.
Fig. 1. Fleur de grandeur naturelle avant son épanouissement et pour montrer le calyce.
Fig. 2. Fleur épanouie.
Fig. 3. Corolle étalée pour montrer la position des étamines et celle des staminodes.
Fig. 4. Etamine vue de dos, montrant le connectif.
Fig. 5. La même, vue de profil, montrant la ligne de déhiscence des loges.
Fig. 6. Staminode.
Fig. 7. Pistil accompagné du calyce à folioles quinconciales.
Fig. 8. Ovaire coupé en long.
Fig. 9. Le même, coupé en travers, montrant les trois loges et la placentation.
Fig. 10. Graine.

SUR LA GOMME DE SUCRERIE

(*LEUCONOSTOC MESENTEROIDES*)

Par PH. VAN TIEGHEM.

I. — HISTORIQUE.

Il y a sans doute bien longtemps que les fabricants de sucre ont observé sur les sacs où l'on presse la Betterave râpée, sur les presses elles-mêmes, sur les tamis où l'on passe le jus, et aussi, quoique plus rarement, dans les sirops cuits, des masses gélatineuses mamelonnées, de consistance ferme et élastique, composées de grumeaux blancs assez réguliers intimement associés en une sorte de parenchyme, structure qui leur a fait donner en Allemagne le nom caractéristique de *frai de grenouille* (*Froschlaich*); en France, on les appelle communément *gomme de sucrerie*. Elles se développent surtout avec abondance dans les fabriques où l'on fait usage de presses continues ou de dépulpeurs. Quand le jus tombe de haut, elles prennent la forme de stalactites.

L'étude de ces corps singuliers ne date pourtant que de l'année 1874, où M. Scheibler, qui avait appelé sur eux pour la première fois, en 1869, l'attention des fabricants de sucre allemands réunis à Breslau, s'est appliqué à en déterminer la composition chimique, qui est assez complexe (1).

La partie soluble dans l'alcool contient en effet de la mannite, des acides gras, de l'acide glycérophosphorique, et un principe azoté, la bétaïne (oxynévrine). La partie insoluble, de beaucoup la plus considérable, est presque exclusivement formée d'un principe immédiat particulier, ayant la composition de la cellulose, de la dextrine et de l'amidon, $C^{12}H^{10}O^{10}$, et doué d'un pouvoir rotatoire à droite très-énergique ($\alpha_j = 223°$), triple de celui du sucre de canne ($\alpha_j = 75°$), supérieur à celui de la dextrine ($\alpha_j = 176°$) et même à celui de l'amidon ($\alpha_j = 211°$).

---

(1) Scheibler, *Recherches sur la nature du dépôt dit « frai de grenouille », éliminé sous forme de gelée des sucs de Betterave* (*Vereinszeitschrift für die Rübenzuckerindustrie*, t. XXIV, 1874, traduit dans le *Journal des fabricants de sucre*, novembre et décembre 1874).

L'ensemble des propriétés de ce corps portant à le considérer comme de la dextrose anhydre. M. Scheibler le nomme *dextrane*. Il est identique avec la matière filante qui se développe dans la fermentation visqueuse, et qu'on appelle *gomme de fermentation.*

Suivant M. Scheibler, les masses gélatineuses ainsi composées proviendraient directement du protoplasma des cellules de la Betterave; elles ne seraient pas autre chose que ce protoplasma lui-même, concrété en grumeaux pendant le ràpage et la compression. Leur formation et leur séparation par les tamis seraient donc avantageuses à la fabrication, et il faudrait les favoriser.

Cependant, dès la fin de cette même année 1874, un ingénieur français, M. Jubert, assignait à ces corps gélatineux une tout autre origine (1). Sans en étudier de près la structure, il y a découvert plusieurs propriétés physiologiques très-importantes. Un fragment de cette gomme, placé dans du jus, s'accroît et bientôt triple de volume. Dans une dissolution de sucre pur, l'accroissement est moindre, mais encore très-sensible. Une température de 15 à 25 degrés en favorise le développement; la gelée l'arrête. L'acide phénique tue ces corps; une chaleur de 90 degrés les fait périr.

Appuyé sur ces quelques expériences très-simples, mais qui paraissent décisives, M. Jubert considère les *gommes de sucrerie* comme une production organisée végétale dont le développement s'opère aux dépens du sucre de Canne lui-même et y provoque une fermentation spéciale avec dégagement de gaz. Leur apparition est donc désastreuse pour la fabrication, et il faut les tuer, soit par l'acide phénique, soit par l'eau bouillante.

---

(1) Jubert, *Note sur les gommes de sucrerie* (*Journal des fabricants de sucre*, 31 décembre 1874).

Ce résultat, important à la fois pour le biologiste et pour le praticien, se trouvait entièrement confirmé peu de mois après par M. Texeira Mendès, chimiste au Havre, à qui l'on doit la première étude microscopique de ces corps gélatineux (1). « Toutes les matières gommeuses et insolubles, dit l'auteur, qui se séparent dans les divers produits des usines où l'on travaille le sucre, sont exclusivement formées par des agrégations de ferments d'espèces variées. » A la suite de plusieurs centaines d'observations de matières gommeuses d'origines différentes, il en a distingué six espèces ; mais trois seulement, qui se ressemblent d'ailleurs beaucoup, sont fréquentes, et de toutes la plus abondante est précisément le *frai de grenouille*. Voici comment elle est constituée, d'après M. Mendès.

« Chacun des grumeaux ou globules transparents dont l'association forme la masse mamelonnée et irrégulière, renferme deux à six petits grains sphériques accolés deux à deux et occupant dans le globule des positions symétriques. Chacun de ces petits grains est une spore qui, placée dans un milieu sucré contenant des matières azotées et des phosphates, se recouvre d'une enveloppe gommeuse qui va croissant jusqu'à ce qu'elle atteigne la dimension normale d'un globule. Puis une nouvelle spore prend naissance, et le globule primitif se divise en deux parties qui restent adhérentes. Chacune des spores nouvelles se dédouble à son tour, et l'on obtient finalement un amas gommeux très-mobile, où les spores conservent cependant une certaine tendance à se grouper sur une même ligne. »

La seconde espèce ne diffère de celle-ci que par ses globules deux fois plus gros. Dans la troisième, la masse gommeuse n'a plus de forme caractéristique, et les grains, toujours sphériques, y sont groupés par vingt à trente.

---

(1) Texeira Mendès, *Journal des fabricants de sucre*, 22 avril 1875.

Ce ne sont là que des différences très-légères, et certainement ces trois formes appartiennent tout au moins au même genre. A propos de la troisième, l'auteur déclare qu' « un naturaliste non prévenu n'hésiterait pas à la placer parmi les *Nostoc* ou dans les *Myxomyces*, ordre où viennent aussi se ranger les espèces précédentes ». Avec les Nostoc, la comparaison de ces corps gélatineux est très-juste, comme on le verra plus loin; avec les Myxomycètes, elle est très-inexacte, mais on pardonnera facilement cette erreur à un chimiste, en faveur du soin qu'il a mis dans l'étude microscopique de ces petits organismes.

Par deux voies différentes, les recherches de M. Jubert et de M. Mendès avaient donc amené la question sur son véritable terrain, et il semblait que la solution définitive en fût proche. D'autant plus que, depuis la publication faite peu de mois après par M. Cohn des caractères des genres *Ascococcus* et *Myconostoc*, de la famille des Bactéries (1), il suffisait de relire la description, donnée par M. Texeira Mendès, des trois formes particulièrement abondantes dont nous parlions tout à l'heure, pour leur donner aussitôt la place qui leur revient. Elles appartiennent évidemment à la famille des Bactéries et y sont voisines de l'*Ascococcus*.

Mais les choses n'ont pas suivi la marche simple à laquelle on pouvait s'attendre.

Presque en même temps deux mémoires, l'un de M. Borsćow, professeur de botanique à l'université de Saint-Wladimir, à Kiew, publié en langue russe en 1876 (2); l'autre de M. Durin, à Paris, résumé d'abord dans deux notes aux *Comptes rendus*, en juillet 1876, puis publié *in extenso* en 1877 (3), sont venus en effet, non pas éclairer la question, la simplifier et la faire progresser dans la voie où elle était si bien engagée, mais l'obscurcir au contraire, la compliquer inutilement et en retarder la solution.

---

(1) Cohn, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, 1875, I, Heft 3, p. 151 et 183.

(2) Borsćow, *Zur Frage über den gallertartigen Niederschlag der Rübenzuckerlösungen* (*Botanischer Jahresbericht* von Just, 1876, p. 788). — Résumé par M. Feltz dans la *Sucrerie indigène*, 20 août 1876.

(3) Durin, *Sur la transformation du sucre cristallisable en produits cellulosiques, et sur le rôle probable du sucre dans la végétation* (*Ann. sciences nat.* Bot., 6e série, 1877, t. III, p. 266).

C'est avec raison que, contrairement à l'opinion de M. Scheibler, d'après laquelle les corps gélatineux seraient purement et simplement le protoplasma concrété de la Betterave, M. Borsćow s'applique d'abord à montrer qu'ils n'ont pas purement et simplement les qualités physiques, ni les propriétés chimiques du protoplasma. Mais il dépasse singulièrement le but et s'égare bien loin, quand il ajoute, comme preuve dernière et décisive, qu'ils ne renferment aucune combinaison azotée. M. Scheibler en a pourtant extrait, comme on l'a vu, un principe azoté : la bétaïne (oxynévrine). Pour expliquer ce résultat contraire au sien, M. Borsćow suppose gratuitement que les corps gélatineux étudiés par M. Scheibler n'étaient pas purs et avaient des Bactéries à leur surface.

Quant au principe ternaire qui les constitue, en totalité suivant lui, en majeure partie seulement suivant M. Scheibler, c'est-à-dire cette *dextrane* si bien étudiée par le chimiste allemand, M. Borsćow croit, pour des raisons qui ne paraissent pas suffisantes, qu'il appartient plutôt à la série de combinaisons pectiques qu'à celle des hydrates de carbone.

En résumé, pour M. Borsćow, les corps gélatineux sont tout simplement un *précipité* ternaire de nature pectique, qui tire son origine des cellules de la Betterave. A ce dernier point de vue, le seul, à vrai dire, qui intéresse le praticien, à qui la composition de ces corps est assez indifférente, son travail se rattache donc à celui de M. Scheibler, et conduit comme ce dernier à tenir la formation de cette gomme pour avantageuse à la fabrication.

Il fait bon marché d'ailleurs, ce qui paraît étrange de la part d'un naturaliste, des expériences de M. Jubert et des observations de M. Mendès, parce que, dit-il, « il saute aux yeux que ces deux auteurs ont commis de grosses erreurs et qu'ils n'ont pas de grandes connaissances en botanique : le second, par exemple, ne regarde-t-il pas ce précipité comme un Myxomycète? »

Nous avons vu tout à l'heure que cette comparaison malheureuse et erronée avec les Myxomycètes se trouve compensée par l'assimilation très-heureuse et très-juste avec les *Nostoc*, faite par M. Mendès dans la même phrase. M. Borsćow aurait donc pu se dispenser de s'en servir pour discréditer sans motif la description que cet auteur a donnée pour la première fois de la structure de ces corps, structure qui est fondamentale dans la question et que le naturaliste russe méconnaît plus complétement encore que ne l'avait fait avant lui le chimiste allemand.

Le travail de M. Durin est très-étendu et se divise en trois parties. La première, et la plus importante, est intitulée : *Fermentation cellulosique du sucre de Canne*, et c'est elle qui doit surtout fixer notre attention.

Comme l'atteste le mot *fermentation*, M. Durin se rattache tout d'abord à l'opinion de M. Jubert, dont il cite brièvement le travail, en ce qu'il considère les corps gélatineux comme produits dans le jus, aux dépens du sucre de Canne, par une fermentation spéciale. Il montre même, pour la première fois, qu'au fur et à mesure de leur formation, le sucre de Canne disparaît en se transformant, pour la moitié de son poids environ et sans dégagement de gaz, en gylcose lévogyre. Mais il se sépare profondément de M. Jubert, ainsi que de M. Mendès, dont il ne cite d'ailleurs pas le travail, quand il admet qu'ils sont de nature inorganique, de composition exclusivement ternaire, et qu'ils dérivent passivement du sucre de Canne au même titre que la glycose et par un simple dédoublement. Passant ainsi à côté du ferment, il se voit forcé de chercher ailleurs l'agent de la fermentation.

Comme on le voit par le mot *cellulosique*, M. Durin appelle *cellulose* le principe ternaire qui, pour lui comme pour M. Borsćow, compose exclusivement les corps gélatineux. Il n'y retrouve pas en effet, comme M. Borsćow, les réactions des matières pectiques, mais bien, comme M. Scheibler, la composition et quelques-unes des propriétés de la cellulose. Cependant cette substance est loin de les avoir toutes, et l'une de celles que M. Durin invoque à l'appui de cette dénomination, savoir sa solubilité dans le liquide cupro-ammoniacal, me paraît reposer sur une erreur de fait. Je n'ai pas pu obtenir la dissolution de cette substance dans ce liquide; elle s'y colore seulement en bleu. Ce n'est donc pas de la cellulose, et je ne vois aucune bonne raison pour ne pas lui conserver le nom de *dextrane* que lui a donné le premier M. Scheibler. Pour ce motif et plusieurs autres d'ordre différent qui seront expliqués tout à l'heure, cette fermentation, si fermentation il y a, ne peut donc en aucune façon être qualifiée de *cellulosique*.

Puisqu'il y a fermentation, suivant M. Durin, et que les corps gélatineux n'en sont pas l'agent, mais seulement l'un des produits, où donc est le ferment? L'auteur s'applique à le chercher. D'abord il nie formellement que ce ferment soit un organisme figuré : « Lorsque la fermentation cellulosique, dit-il, s'opère dans de bonnes conditions, on n'y rencontre pas au microscope de traces d'organisation, et les globules d'un ferment spécial ne s'y observent pas » (p. 286). Ensuite, appuyé sur quelques expériences dont le résultat s'explique aisément dans un tout autre sens, il affirme que le principe actif est un ferment soluble, une diastase; bien plus, que c'est la diastase proprement dite, celle de l'orge germée (p. 279).

Mais alors comment expliquer qu'il y ait dans le mémoire de M. Durin un si grand nombre d'observations en désaccord complet avec cette manière de voir? Pourquoi, par exemple, la fermentation n'a-t-elle pas lieu : 1° vers 70°, température qui est précisément la plus favorable à l'action de la diastase sur l'amidon (p. 280); 2° dans un liquide acide ou alcalin (p. 275); 3° dans une liqueur renfermant soit du chloroforme à dose suffisante (p. 281), soit certains sels, comme les carbonates de baryte et de magnésie (p. 305), toutes substances qui n'empêchent pas l'action de la diastase? Pourquoi, au contraire, la fermentation est-elle favorisée : 1° par la lumière (p. 278); 2° par une température de 25° à 30° (p. 280); 3° par la neutralité des liqueurs (p. 275); 4° par la présence du carbonate de chaux qui maintient cette neutralité, et de certains sels comme le phosphate de chaux, l'azotate de potasse, l'azotite de chaux, le chlorure de potassium (p. 283), toutes substances auxquelles la diastase est parfaitement indifférente? Comment expliquer que l'auteur ait une fois obtenu, dans une liqueur ne renfermant que du sucre pur et du carbonate de chaux pulvérisé, une fermentation gélatineuse, faible, il est vrai, mais nettement caractérisée (p. 305)? Comment se peut-il enfin que des grumeaux lavés à grande eau fassent fermenter, comme l'avait déjà vu M. Jubert, une dissolution de sucre pur en y produisant de nouveaux grumeaux (p. 270)? Ce qui fait dire à l'auteur, par une singulière contradiction : « Il y a un ferment premier (la diastase) qui dédouble le sucre de Canne en glycose et en cellulose, et cette cellulose, si elle est organisée en grumeaux insolubles, a elle-même toutes les propriétés du ferment premier et le remplace avec grand avantage; il semble alors que ce soit une vie qui se continue, soit par bourgeonnement, soit d'une autre manière (p. 275). » Et plus loin : « Le seul ferment spécifique que nous ayons rencontré consiste dans les grumeaux eux-mêmes, qui sont volumineux, absolument insolubles et que l'ébullition ne désagrége pas (p. 286). » Et ces expressions de *grumeaux organisés qui bourgeonnent*, de *cellulose organisée*, se retrouvent d'ailleurs çà et là, au grand étonnement du lecteur, en divers points de ce mémoire (1).

---

(1) Dans les observations critiques que je viens de faire sur le travail de M. Durin, je n'ai eu en vue que les corps gélatineux en grumeaux blancs élastiques, à contour nettement accusé, ceux-là mêmes qu'ont étudiés MM. Scheibler, Jubert, Mendès et Borscow. A dessein j'ai laissé de côté la matière visqueuse amorphe répandue dans tout le liquide, qui dans les expériences de M. Durin, tantôt les accompagnait, tantôt se développait seule, et que l'auteur a cru à tort pouvoir identifier complétement avec eux. Cette matière est, il est vrai, chimiquement identique à la dextrane, comme l'avait déjà montré M. Scheibler, mais elle appartient à un être organisé différent, à un *Micrococcus*, agent d'une autre fermentation, dont je ne m'occupe pas ici. C'est avec raison toutefois que M. Durin a remarqué que le phénomène où elle se produit n'est pas identique avec la fermentation dite visqueuse, puisqu'il ne se fait pas ici de mannite.

C'est cette confusion et cette identification regrettable des grumeaux blancs avec la matière visqueuse qui ont amené M. Pasteur à insérer aux *Comptes*

On comprend donc qu'à la lecture de la première partie de ce travail, et bien qu'alors je ne connusse pas encore les recherches de M. Jubert et de M. Mendès, il se soit élevé dans mon esprit bien des doutes sur l'exactitude de la conclusion générale de l'auteur, à savoir, que dans le phénomène en question, c'est un ferment soluble, une diastase provenant des cellules de la Betterave, qui détermine le dédoublement du sucre de Canne en cellulose et sucre interverti lévogyre, suivant l'équation :

$$C^{24}H^{22}O^{22} = C^{12}H^{10}O^{10} + C^{12}H^{12}O^{12}.$$

On comprend aussi que j'aie éprouvé aussitôt le désir de m'éclairer sur ce point par des recherches personnelles, désir d'autant plus vif, que les considérations physiologiques exposées dans la seconde partie de ce mémoire intitulée : *Du rôle de la fermentation cellulosique dans la végétation*, et dans la troisième partie qui a pour titre : *De la transformation du sucre en cellulose sous l'influence de ferments solubles contenus dans divers organes végétaux*, reposant toutes sur cette conclusion, prendraient une grande importance si elle était vérifiée, mais par contre perdraient toute valeur si elle se trouvait erronée.

Sur ces entrefaites, pendant que je continuais sur la fermentation de la cellulose par le *Bacillus Amylobacter* la série de recherches dont j'ai communiqué en mars 1877 les premiers résultats à la Société botanique (1), j'ai rencontré dans des ma-

---

rendus, à la suite de la première note de M. Durin (séance du 17 juillet 1876), quelques lignes où il rappelle que, dans une étude ancienne sur la fermentation visqueuse, il a distingué deux sortes de fermentations visqueuses produites par des ferments organisés différents : l'un en très-petits grains réunis en chapelets, l'autre presque de la grosseur de la levûre de bière, en cellules de formes plus ou moins irrégulières. Le premier lui a donné de la matière visqueuse, de la mannite et du gaz acide carbonique ; le second, une matière visqueuse sans mannite. C'est ce second ferment qui doit, suivant lui, provoquer le dédoublement annoncé par M. Durin.

Comme il s'agit ici des corps gélatineux résistants et élastiques, et non de la matière visqueuse, on voit que la remarque de M. Pasteur se trouve sans objet.

(1) Ph. van Tieghem, *Sur le* Bacillus Amylobacter *et son rôle dans la putréfaction des matières végétales* (*Bulletin de la Société botanique*, 1877, t. XXIV, p. 128).

cérations de fragments de Dattes et de Carottes (deux tissus qui renferment, comme on sait, du sucre de Canne), un organisme singulier, composé de tubes gélatineux pelotonnés sur eux-mêmes et formant peu à peu des masses vermiculées ou cérébroïdes de plus en plus volumineuses, ayant presque la consistance du cartilage. J'en ai étudié la structure, suivi le développement, et je n'ai pas tardé à y reconnaître un type voisin du genre *Ascococcus* établi par M. Cohn en 1875, mais notablement différent toutefois de l' *A. Billrothii* observé par lui dans une dissolution de bitartrate d'ammoniaque longtemps traversée par un courant d'air (1).

Je l'ai semé ensuite et cultivé, d'abord dans de nouvelles macérations de Datte et de Carotte, puis dans des macérations de tranches de Betterave, enfin dans des solutions de sucre de Canne additionnées de nitrates et de phosphates. Ayant obtenu ainsi des corps gélatineux tout à fait semblables d'aspect à ceux qui sont décrits dans le mémoire de M. Durin, le seul que je connusse alors sur cette question, ayant constaté la disparition simultanée du sucre et sa transformation partielle en glycose sans dégagement de gaz, j'ai saisi avec empressement l'occasion qui s'offrait à moi de poursuivre le travail de vérification et de critique que je désirais entreprendre depuis quelque temps.

Les résultats principaux une fois obtenus, et seulement alors, je me suis procuré des gommes de sucrerie provenant de diverses usines faisant usage de presses continues ou de dépulpeurs, et je me suis mis au courant de tous les travaux publiés sur ces matières. En étudiant la structure de ces corps et leur mode de développement, j'ai constaté leur identité générique et même spécifique avec l'organisme né dans mon laboratoire; puis, en les prenant pour point de départ d'une nouvelle série de cultures, je me suis convaincu que la transformation qu'ils provoquent dans le liquide sucré où ils se développent est identique à celle que cet organisme spontané y détermine dans les mêmes circonstances. Dès lors, tout en poursuivant l'étude de quelques questions secondaires qui se rattachent à ce remarquable organisme, je me disposais à publier ces recherches, lorsque j'ai reçu, vers le milieu du mois de novembre dernier, de M. Cienkowski, professeur de botanique à l'université de Kharkow, un mémoire en langue russe, précédé fort heureusement d'un court résumé allemand et intitulé : « *Sur les productions gélatineuses du jus de Betterave* (1).

---

(1) Cohn, *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, 1875, I, Heft 3, p. 151.

M. Cienkowski, qui est, comme chacun sait, habile micrographe, reconnaît la nature organisée de ces productions, et affirme que par leur structure et leur développement elles présentent la plus grande analogie avec l'*Ascococcus Billrothii* de M. Cohn, dont elles ne sont peut-être, dit-il, qu'une simple variété. Cependant il croit devoir les en séparer sous le nom d'*Ascococcus mesenteroides*. J'étais, on l'a vu, arrivé de mon côté à rapprocher cet organisme de l'*Ascococcus*, avec la certitude toutefois qu'une grande distance le sépare de l'*A. Billrothii*. Mais où, d'accord en cela avec les observations anciennes de M. Mendès, je diffère du botaniste russe, c'est quand il déclare que ces corps gélatineux renferment comme éléments constitutifs ou générateurs « les formes les plus diverses de la famille des Bactéries, toutes celles qu'on a distinguées sous les noms de *Micrococcus*, *Torula*, *Bacterium*, *Bacillus* et *Vibrio* » (*loc. cit.*, p. II). Ils peuvent même provenir aussi, d'après lui, de Bactéries isolées, qui deviennent séparément gélatineuses, puis arrivent à se toucher et à se réunir en masses plus ou moins grandes. Cette absence de généricité et de spécificité, qui n'a pourtant pas empêché l'auteur de donner à cet organisme un nom générique et même spécifique, est d'accord, il est vrai, avec l'ensemble des vues exposées par M. Cienkowski dans un autre mémoire (2), mais elle ne me paraît pas conforme à la vérité.

---

(1) Cienkowski, *Ueber die Gallertbildungen des Zuckerrübensaftes*. Kharkow, 1878.

(2) Id., *Zur Morphologie der Bacterien* (*Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXV).

Quoi qu'il en soit, la réception de ce travail m'a décidé à communiquer aussitôt les résultats de mes propres recherches à la Société botanique, dans sa séance du 22 novembre 1878 (1).

II. — CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES, DÉVELOPPEMENT ET AFFINITÉS DU *LEUCONOSTOC MESENTEROIDES*.

A l'inverse de tous les auteurs qui ont traité cette question, et bien que le travail de M. Durin m'en eût depuis quelque temps suggéré le désir, je ne me suis pas proposé, je le répète, d'étudier directement les gommes de sucrerie. J'ai été conduit aux gommes de sucrerie par l'étude morphologique et physiologique d'un organisme né accidentellement dans mes macérations de laboratoire, et qui, comparé plus tard à la gomme de sucrerie, s'est trouvé identique avec elle. Aussi, après avoir mis le lecteur au courant de la question par l'historique qui précède, je lui demande la permission d'exposer ce petit travail dans l'ordre même où je l'ai conduit.

J'étudierai donc d'abord les caractères morphologiques, le développement, le mode de reproduction et les affinités de cet organisme; puis j'examinerai ses caractères physiologiques, sa nutrition, et notamment la transformation qu'il provoque dans le sucre de Canne, quand il se nourrit à ses dépens.

La spore, dont on dira plus loin le mode de formation, est sphérique et mesure $0^{\text{mm}},0018$ à $0^{\text{mm}},0020$. Sa membrane, épaisse, est cutinisée en dehors, où elle est limitée par un contour sombre, et s'applique intimement en dedans contre un protoplasma homogène et très-réfringent (fig. 1). A la germination, la couche externe cutinisée de la membrane se déchire irrégulièrement; la couche moyenne se gonfle beaucoup, et forme bientôt une épaisse enveloppe gélatineuse autour de la couche interne, qui demeure étroitement appliquée sur le protoplasma (fig. 2). Le grain central s'allonge ensuite jusqu'à acquérir une longueur double de son diamètre primitif; puis le bâtonnet ainsi formé s'étrangle en son milieu et se divise en deux par une cloison (fig. 3.) En même temps que chaque cellule arrondit sa surface de contact, la lamelle moyenne de la cloison se gélifie et se gonfle de manière à séparer l'un de l'autre les deux grains sphériques, et à confluer latéralement avec la gaîne gélatineuse, qui est devenue ovale (fig. 4.) Puis chacune de ces deux cellules s'allonge à son tour dans la direction primitive, s'étrangle, se sépare en deux grains sphériques qui s'isolent, et l'on a une rangée de quatre cellules occupant l'axe d'une gaîne gélatineuse allongée (fig. 5). Celles-ci se dédoublent de nouveau dans la même direction pour donner une file de huit cellules, qui en produisent bientôt seize, et ainsi de suite indéfiniment (fig. 6).

---

(1) Ph. van Tieghem, *Sur l'*Ascococcus mesenteroides *et la transformation qu'il provoque dans le sucre de Canne* (*Bulletin de la Société botanique*, séance du 22 novembre 1878).

Pendant que s'allonge le chapelet de grains, l'épaisse gaîne gélatineuse dont il occupe l'axe se développe à mesure, et le tout prend la forme d'un boudin très-réfringent. En s'allongeant, ce boudin ne demeure ni rectiligne, ni cylindrique. Il se recourbe bientôt irrégulièrement, puis se pelotonne indéfiniment sur lui-même à la façon d'un intestin grêle, en formant un tubercule compacte à surface mamelonnée, vermiculée, comme cérébroïde (fig. 7). Ce tubercule, de son côté, va s'accroissant toujours, et donne finalement naissance à l'une de ces grosses masses gélatineuses qui sont connues sous le nom de *gomme de sucrerie* ou de *frai de grenouille* (fig. 18, 19 et 20).

Quand il s'est enroulé ainsi et pelotonné, en formant un tubercule, le tube gélatineux s'étrangle çà et là et se divise en portions à peu près égales, qui, en grandissant, se compriment l'une l'autre et deviennent polyédriques, ce qui donne à l'ensemble une structure interne pseudo-parenchymateuse. Chacune de ces portions polyédriques grossit pendant quelque temps, et finalement renferme, dans sa gélatine, un ou plusieurs chapelets de grains enroulés sur eux-mêmes (fig. 12).

Tant que le développement est actif, les grains se montrent pour la plupart séparés par une petite distance dans les chapelets qu'ils constituent. Leur forme aussi est un peu variable suivant la phase d'accroissement où ils se trouvent au moment où on les considère : ceux qui viennent de naître et de se séparer sont sphériques ; d'autres sont ovales, d'autres en bâtonnets de longueur double de la largeur ; d'autres enfin étranglés au milieu et sur le point de se séparer en deux sphères (fig. 8, 9, 10 et 11). Mais lorsque le développement se ralentit et prend fin, les grains se touchent tous dans le chapelet, et sont tous sphériques (fig. 12). Ils mesurent alors $0^{mm},0008$ à $0^{mm},0012$. Si l'on fait abstraction de la gangue gélatineuse, ces chapelets de cellules ressemblent tout à fait à ceux qui constituent le ferment ammoniacal de l'urée, le *Micrococcus ureæ* ; les grains sont seulement plus petits.

Quant à la gaîne gélatineuse du chapelet, elle est fort épaisse et mesure depuis $0^{mm},006$ jusqu'à $0^{mm},020$, c'est-à-dire six à vingt fois le diamètre des grains. Son épaisseur varie d'ailleurs du simple au triple, suivant les tubercules considérés, et avec elle la finesse du vermiculé de la surface et la grosseur des portions polyédriques internes. La différence d'aspect qui en résulte est telle, que si l'on a sous les yeux deux tubercules présentant les dimensions extrêmes, on peut croire tout d'abord à l'existence de deux espèces distinctes, opinion qui a été adoptée en effet par M. Mendès, comme on l'a vu plus haut. Mais comme il y a toutes les transitions, il s'agit bien en réalité d'une seule et même espèce.

La consistance de la matière gélatineuse est élastique, comme cartilagineuse, assez ferme pour qu'on en puisse faire de fines coupes avec un rasoir. Sa réfringence, qui est très-forte, surtout dans les jeunes tubes en voie de pelotonnement, rend souvent peu visibles les chapelets de grains qu'elle renferme. Elle est insoluble dans l'eau, et si, par l'addition d'un peu de chloroforme, on empêche son altération par le développement d'organismes étrangers, elle peut y séjourner très-longtemps sans donner au liquide aucune viscosité.

Dans mes cultures artificielles elle s'est toujours montrée du blanc le plus pur. Si la gomme de sucrerie est le plus souvent grisâtre ou noirâtre, c'est parce qu'elle est salie par un dépôt superficiel, où l'on rencontre diverses sortes de corpuscules organisés, de la levûre de bière par exemple (1). Lavée à grande eau, elle redevient parfaitement blanche. L'iode, le chlorure de zinc iodé, la fuchsine, la laissent blanche, mais colorent fortement les chapelets de grains. Elle est au contraire colorée en brun par la dissolution aqueuse d'extrait de campêche et en bleu par le liquide cupro-ammoniacal. Contrairement à l'assertion de M. Durin, ce dernier réactif ne la dissout en aucune façon (2).

Ajoutons que c'est cette gangue gélatineuse seule qui représente le principe immédiat de composition $C^{12}H^{10}O^{10}$, que M. Scheibler a appelé *dextrane* et dont il a étudié avec soin les principales réactions. Ce sont les chapelets de grains, au contraire, c'est-à-dire les cellules génératrices de la gangue gélatineuse, qui lui ont fourni, par leur protoplasma, les matières azotées qu'il a extraites de la gomme de sucrerie, et notamment celle qu'il a appelée la *bétaïne*. C'est donc avec raison que M. Scheibler a soupçonné dans les gommes de sucrerie l'existence d'un protoplasma. Son erreur a été de croire que ces corps étaient homogènes, tout entiers formés d'un protoplasma mèlé de dextrane, et surtout de faire dériver ce protoplasma directement des cellules de la Betterave. Mais c'est là, à coup sûr, une erreur bien moindre que celle qu'ont commise après lui MM. Durin et Borscow, quand ils ont admis que ces corps, tenus aussi par eux pour complétement homogènes, étaient tout entiers de nature ternaire, cellulosique pour l'un, pectique pour l'autre. La première opinion n'excluait pas, en effet, comme la seconde, la possibilité pour ces corps de constituer un être vivant.

---

(1) A plusieurs reprises, j'ai trouvé ce dépôt superficiel formé en majeure partie de levûre basse. Pendant que la plante était conservée dans une atmosphère humide, la plupart des cellules de cette levûre ont développé dans leur cavité quatre sporules ; après quoi, la membrane a disparu et les sporules ont été mises en liberté (fig. 17 et 18). Suivant la forme et la grandeur de la cellule mère, les quatre sporules affectent des dispositions diverses; elles se montren tgroupées, soit en tétraèdre, soit en croix, soit en chapelet, comme le montre la figure 17 (Voyez, sur ce sujet, le travail bien connu de M. Reess).

(2) M. Cienkowski a obtenu, de son côté, le même résultat négatif.

Placée dans l'eau ordinaire, cette plante s'altère à la longue. Sous l'influence des divers organismes qui ne tardent pas à se développer dans le liquide à ses dépens, sa matière gélatineuse se ramollit peu à peu et se dissout, mais sans pour cela devenir nécessairement visqueuse et filante. De tous ces organismes, le plus destructeur est assurément le *Bacillus Amylobacter*. Quand l'eau renferme ses germes, ou qu'on les y sème, il se développe en dissolvant la matière gélatineuse, qu'il convertit en dextrine d'abord, puis en glycose; après quoi il fait fermenter cette glycose avec dégagement de gaz (1). Les chapelets de grains sont finalement mis en liberté, et les grains eux-mêmes ne tardent pas à se séparer.

A cet état, leur enveloppe de cellulose n'étant nullement attaquée par l'*Amylobacter*, ils conservent pendant quelque temps la faculté de reproduire chacun un organisme nouveau quand on les place dans un milieu nutritif approprié, et c'est là certainement un des moyens habituels de reproduction et de multiplication de la plante. Mais elle en possède un autre, car elle forme de véritables spores.

Quand, placée dans un liquide épuisé ou impropre à son développement, la plante a cessé de s'accroître et commence à dépérir, en même temps que sa gangue gélatineuse se ramollit peu à peu, on voit sur les chapelets de grains certaines cellules grossir davantage en demeurant sphériques. Dans chacune d'elles il se forme une spore qui la remplit complétement, et dont la paroi, qui se confond d'ailleurs avec celle de la cellule mère, s'épaissit, se cutinise en dehors et prend un contour externe plus vif et plus sombre. Tantôt les cellules sporifères terminent les chapelets; tantôt elles y sont intercalées aux cellules ordinaires : je les ai toujours vues isolées sur les filaments, c'est-à-dire séparées l'une de l'autre par un assez grand nombre de cellules végétatives (fig. 13 et 14). On trouve çà et là de ces cellules plus grandes qui, ayant même aspect et même contour que les articles ordinaires, paraissent n'avoir pas formé de spores.

---

(1) Ph. Van Tieghem, *Sur la fermentation de la cellulose* (*Comptes rendus*, 3 février 1879).

J'y ai rencontré aussi un *Spirillum* nouveau, qui partage avec le *B. Amylobacter* la propriété de se faire une réserve d'amidon, qui se dépense plus tard pendant la formation des spores. Pour cette raison, je l'ai nommé *Spirillum amyliferum*. (Voyez, à ce sujet, le *Bulletin de la Société botanique*, séance du 28 février 1879.)

Après la dissolution de la gangue, après la mise en liberté et la dissociation des chapelets de grains, les spores se trouvent çà et là mélangées aux grains ordinaires (fig. 15). Grâce à leur membrane plus épaisse et cutinisée, elles résistent beaucoup mieux que ceux-ci aux diverses causes de destruction et peuvent conserver beaucoup plus longtemps leur faculté reproductrice. Leur germination a été décrite au début de ce chapitre et a servi de point de départ à notre exposé. Quand elle a lieu pendant que les spores font encore partie des chapelets, on voit nettement qu'elle est transversale.

Il est clair que par son mode de germination et de développement, sa structure à l'état adulte et sa reproduction, cet organisme ressemble beaucoup à un *Nostoc*. La principale différence est que les cellules y sont dépourvues de chlorophylle; elles sont aussi beaucoup plus petites que dans la plupart des *Nostoc* (1). Cette plante me paraît devoir constituer dans la famille des Bactéries un genre distinct, que je nommerai *Leuconostoc*, c'est-à-dire, Nostoc blanc.

C'est évidemment des deux genres *Ascococcus* et *Myconostoc* de M. Cohn qu'il se rapproche le plus (2). Il ne peut pas cependant entrer dans le genre *Myconostoc*, qui a ses filaments cylindriques et sans articulations visibles. J'avais pensé d'abord pouvoir le rattacher au genre *Ascococcus* et l'y placer à côté, mais à quelque distance pourtant, de l'*A. Billrothii* de M. Cohn. Dédiant cette espèce à M. Mendès qui a le premier reconnu les principaux traits de sa structure, j'avais même pris l'habitude de la désigner dans mes notes sous le nom d'*Ascococcus Mendesii*. M. Cienkowski, lui, non-seulement l'a placée sans hésitation dans le genre *Ascococcus*, mais il la regarde comme très-voisine de l'*A. Billrothii*, dont elle pourrait bien n'être même qu'une simple variété; il la nomme toutefois, à cause de sa forme, *A. mesenteroides*. Après la publication du travail de M. Cienkowski et la communication de mes résultats à la Société botanique, ayant reçu du botaniste russe, par l'obligeant intermédiaire de M. le docteur Bornet, quelques préparations de son *Ascococcus mesenteroides*, j'ai pu me convaincre de l'identité de cet organisme avec celui que j'avais étudié moi-même, et en conséquence j'ai adopté alors cette dénomination spécifique.

---

(1) Il y a cependant quelques *Nostoc* où les cellules végétatives et les hétérocystes ne le cèdent pas en petitesse à celles de la gomme de sucrerie. Ainsi, dans le *Kryptogamen-Flora der Schlesien* de M. Cohn, M. Kirchner assigne aux cellules végétatives du *Nostoc paludosum* un diamètre de $0^{mm},00075$ à $0^{mm},00120$, et à ses hétérocystes $0^{mm},0018$; dans le *Nostoc minutissimun*, les cellules végétatives ne mesurent aussi que $0^{mm},0010$ à $0^{mm},0012$.

(2) *Loc. cit.*, 1875, I, Heft 3, p. 151 et 183.

Cependant une étude plus attentive, et notamment la découverte des cellules reproductrices, n'a pas tardé à me convaincre que la gomme de sucrerie présente avec le genre *Ascococcus* des différences assez grandes pour qu'il soit nécessaire de l'en séparer génériquement; ce que j'ai fait en nommant cette plante *Leuconostoc* et en l'appelant décidément *Leuconostoc mesenteroides*. La dénomination générique rappelle à la fois la ressemblance de structure avec le *Nostoc* et la différence qui résulte de l'absence de chlorophylle; le nom spécifique indique suffisamment le pelotonnement des tubes et le vermiculé de la surface.

Il suffira de quelques remarques comparatives pour légitimer cette distinction. Dans l'*Ascococcus Billrothii*, en effet, les grains, sphériques aussi et très-petits, sont groupés en très-grand nombre pour former des familles globuleuses ou ovoïdes qui se lobent et se segmentent peu à peu irrégulièrement; dans chacune d'elles les grains sont étroitement rapprochés, séparés seulement par une très-faible quantité de matière gélatineuse; enfin chaque famille est entourée par une très-épaisse enveloppe de gélatine cartilagineuse. Cette structure, d'où dérive la dénomination générique, n'est nullement celle de l'organisme que nous étudions.

Dans le *Leuconostoc mesenteroides*, les grains sont disposés en chapelets flexueux et enroulés, qui sont séparés l'un de l'autre par une grande quantité de matière gélatineuse; la gangue de gélatine n'y est pas plus épaisse à l'extérieur qu'entre les chapelets.

Les caractères physiologiques aussi sont bien différents. D'après M. Cohn, la couche que forme l'*Ascococcus Billrothii* sur la solution de bitartrate d'ammoniaque où on le cultive, a l'aspect d'une crème et une forte odeur de lait ou de fromage, qui provient de la production d'acide et d'éther butyriques aux dépens de l'acide tartrique. En outre, il change la réaction d'abord acide du liquide en une réaction fortement alcaline. Cet effet est dû à un dégagement d'ammoniaque libre, provenant du tartrate d'ammoniaque. Le *Leuconostoc*, au contraire, rend acide le liquide neutre où il se développe, et cette acidité va croissant jusqu'à gêner son accroissement, si on ne la neutralise pas au fur et à mesure par le carbonate de chaux.

Pour résumer ces différences morphologiques, je crois devoir reproduire ici la diagnose du genre *Ascococcus* donnée par M. Cohn, en la faisant suivre de celle du genre *Leuconostoc*, telle qu'elle résulte de ce qui vient d'être exposé.

ASCOCOCCUS. — *Cellulæ achromaticæ minimæ globosæ, densissime consociatæ in familias tuberculosas globosas vel ovales, irregulariter lobatas, lobis in lobulos minores sectis, capsula globosa vel ovali gelatinoso-cartilaginea crassissima circumdatas, in membranam mollem facile secedentem floccosam aggregatas. Sporæ ignotæ.*

LEUCONOSTOC (gen. nov.). — *Cellulæ achromaticæ minimæ globosæ, in catenas laxas flexuoso-curvatas et implicatas, vagina gelatinoso-cartilaginea lobata crassissima circumdatas, consociatæ. Vaginæ in thallum gelatinoso-cartilagineum, subglobosum, vel crassissime membranaceum, irregulariter expansum, extus cerebroideum, intus pseudo-parenchymaticum aggregatæ.*

Sporæ singulæ, globosæ, majores, terminales vel interstitiales, pachydermaticæ, intus homogeneæ.

Ainsi caractérisé, le genre *Leuconostoc* vient combler une lacune dans la classification parallèle de la famille des Bactéries et de celle des Phycochromacées, dans l'ordre des Schizophytes, telle qu'elle a été dressée par M. Cohn en 1875. Il vient s'y placer dans la tribu des *Nematogenæ*, tandis que l'*Ascococcus* rentre dans la tribu des *Glæogenæ*. Dans cette tribu des *Nematogenæ*, la section *A.*, *b*, (*loc. cit.*, p. 204) doit, donc maintenant se disposer ainsi :

Filaments cellulaires réunis en famille par une substance intercellulaire.

1. Filaments cylindriques	incolores	*Myconostoc.*
	phycochromatiques	*Chtonoblastus, Limnochlide.*
2. Filaments en chapelets	incolores	*Leuconostoc.*
	phycochromatiques	*Nostoc, Hormosiphon.*
3. Filaments amincis en fouet	incolores	
	phycochromatiques	*Rivularia, Zonotrichia.*

III. — CARACTÈRES PHYSIOLOGIQUES ET NUTRITION DU *LEUCONOSTOC MESENTEROIDES*, TRANSFORMATION QU'IL PROVOQUE DANS LE SUCRE DE CANNE.

Le *Leuconostoc* s'est montré spontanément, dans mon laboratoire, au sein de macérations de Datte et de Carotte. Je l'ai semé ensuite et cultivé avec succès dans du jus de Carotte et de Datte, puis dans le jus de Betterave. Ce dernier liquide est très-favorable à son développement, et c'est pourquoi il abonde dans les sucreries.

Il s'y développe souvent avec une rapidité extraordinaire quand ses germes sont présents. J'en emprunte un exemple frappant au travail de M. Durin. Cinquante hectolitres environ d'une dissolution neutre de mélasses indigènes, à 10 p. 100 de sucre, étaient préparés dans une cuve de bois ayant servi pendant quelques jours de réservoir de passage à du jus de Betterave. Cette cuve avait été vidée et lavée à grande eau avant qu'on y mît la solution; mais les parois étaient couvertes d'une faible couche de dépôt organique impalpable, provenant de ce jus de betterave. Une circonstance de fabrication en empêcha l'emploi immédiat. *Douze heures après la préparation*, tout le contenu de la cuve se trouva transformé en une masse gélatineuse compacte, composée de grumeaux cubiques semblables à ceux qui s'étaient formés sur le tamis employé à la séparation des matières en suspension du jus de Betterave.

La plante se développe encore, mais plus lentement, dans des liquides artificiels où l'élément carboné lui est offert sous forme de glycose ou de sucre de Canne, l'azote sous forme de nitrate d'ammoniaque ou de potasse, et les éléments minéraux sous forme de phosphates. L'oxygène de l'air est nécessaire ; et si la culture doit se prolonger quelque temps, il faut, comme l'a fait remarquer M. Durin, ajouter un peu de carbonate de chaux pour maintenir la neutralité de la liqueur. Dans ces conditions, la plante, étant notablement plus lourde que l'eau, se développe au fond du liquide sans dégager de gaz, absolument comme fait, dans les mêmes circonstances, un flocon mycélien de *Penicillium* ou de *Sterigmatocystis*. A l'exemple de ces Moisissures, le *Leuconostoc* produit un acide que le carbonate de chaux neutralise au fur et à mesure de sa formation.

Avec la glycose la nutrition est directe, et j'ai vu, dans deux cultures, le poids de plante formée atteindre 40 pour 100 environ du poids de sucre disparu.

Avec le sucre de Canne le phénomène est un peu plus complexe. La plante commence en effet par intervertir la saccharose. Cette interversion est très-rapide si la plante est semée en quantité notable. Après dix heures, le liquide ne renferme plus de trace de sucre de Canne. L'interversion s'opère de même et tout aussi rapidement, quand on ajoute au liquide quelques gouttes de chloroforme, qui arrête le développement de la plante. Elle est donc due à une diastase spéciale sécrétée par l'organisme, mais agissant en dehors et indépendamment de lui.

Une fois la saccharose convertie ainsi par la plante en sucre interverti, la nutrition s'opère aux dépens de ce dernier, et il semble bien que, comme cela a lieu dans la fermentation alcoolique, la glycose disparaît avant la lévulose. On se retrouve donc dans les mêmes conditions que dans l'expérience précédente, et le poids de plante formée varie encore entre 40 et 45 pour 100 du poids de sucre disparu.

C'est d'une manière bien différente que M. Durin a compris les choses. Pour lui, « jamais la fermentation cellulosique ne s'opère dans une solution de sucre interverti » (*loc. cit.*, p. 270). « La fermentation cellulosique, ajoute-t-il plus loin, ne se produit jamais dans une solution de glycose..., et se distingue, par cette particularité, de la nature des fermentations alcoolique et lactique qui ne s'opèrent qu'après la transformation du sucre de Canne en glycose sous l'influence des ferments (p. 272). » Il admet que le phénomène consiste en un dédoublement direct du sucre de Canne en cellulose et en sucre interverti. Tandis qu'il résulte de ce qui précède que le sucre de Canne est d'abord tout entier interverti ; après quoi le mélange de glycose et de lévulose est progressivement assimilé par la plante et converti en sa propre substance, notamment consacré à former sa cellulose, et sa matière gélatineuse, qui a la même composition que la cellulose.

Mais y a-t-il lieu de prononcer ici le mot de fermentation, comme l'ont fait dans un certain sens MM. Jubert et Mendès, et dans un tout autre sens M. Durin? En aucune façon. Il s'agit ici d'une nutrition ordinaire, comme lorsqu'une Moisissure, un *Penicillium* par exemple ou un *Sterigmatocystis*, se développe dans un milieu artificiel où l'aliment carboné est le sucre de Canne, qu'elle commence par intervertir. Le poids de plante formée, qui atteint presque la moitié du poids de sucre disparu, l'atteste suffisamment. On sait, en effet, que lorsqu'il y a fermentation, le poids de plante formée est toujours très-petit relativement au poids de matière fermentescible détruite, et plus il est petit, plus la plante a le caractère ferment. Dans la fermentation alcoolique, par exemple, en l'absence totale d'oxygène libre, le poids de levûre formée peut descendre à $\frac{1}{90}$ et même à $\frac{1}{175}$ du sucre disparu (1).

En résumé, le *Leuconostoc* n'a pas le caractère ferment. C'est une plante ordinaire qui, dans les sucreries, se développe dans le jus de Betterave avec le concours de l'oxygène dissous, en intervertit le sucre, et se nourrit ensuite de ce sucre interverti. C'est précisément parce qu'il est un agent très-actif d'interversion que le *Leuconostoc* est un ennemi si redoutable de l'industrie sucrière, et qu'on ne saurait trop chercher à l'anéantir.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 16.

N. B. — Excepté les figures 18, 19, 20, qui sont de grandeur naturelle, toutes les figures sont grossies 520 fois.

Leuconostoc mesenteroides.

Fig. 1. Spores.

Fig. 2. Spores germantes; *g*, couche gélifiée de la membrane ; *a* montre des fragments de la couche cutinisée qui n'existent plus dans *b*.

Fig. 3, 4, 5, 6. États successifs du développement jusqu'à l'incurvation des boudins gélatineux.

Fig. 7 et 8. Pelotonnement des tubes gélatineux.

Fig. 9 et 10. Tubercules vermiculés, intestiniformes, provenant du pelotonnement des tubes développés. Le premier a ses tubes moitié plus fins que le second.

Fig. 11. Fragment de tube pelotonné, isolé, montrant la segmentation et la division des tubes en globules ovales ou réniformes.

Fig. 12. Section dans un tubercule âgé, ayant terminé son accroissement. Elle montre la structure pseudo-parenchymateuse et les chapelets de grains flexueux contenus dans chaque grumeau polyédrique.

Fig. 13. Section dans un thalle en voie d'altération ; les chapelets de grains ont formé leurs spores intercalaires ou terminales.

Fig. 14. Chapelets de grains sporifères isolés par la dissolution de la gangue gélatineuse.

---

(1) Voyez, à ce sujet, Pasteur, *Études sur la bière*, p. 237 et 241.

Fig. 15. Cellules végétatives et spores, isolées et mélangées, provenant de la dissociation des chapelets.

Fig. 17. Levûre basse en voie de sporulation à la surface des thalles du *Leuconostoc.* Il y a toujours 4 sporules : en tétraèdre dans les cellules sphériques, en croix dans les ovales, en un seul rang dans les cylindriques.

Fig. 18. Sporules mises en liberté par la résorption de la membrane de cellulose des cellules de levûre.

Fig. 19. Thalle gélatineux, de grandeur naturelle. On l'a dessiné par transmission, pour montrer la transparence et l'éclat des bords mamelonnés en voie de développement.

Fig. 20 et 21. Deux autres thalles, de grandeur naturelle, dessinés par réflexion, pour montrer la conformation cérébroïde et vermiculée de la surface.

NOTE

SUR

L'ANATOMIE DES *STYLIDIUM*

Par M. Julien VESQUE

Il existe, dans un certain nombre des espèces du genre *Stylidium*, des particularités de structure dont il n'y a pas d'exemple ailleurs et qui ne se rattachent que d'une manière assez obscure à celles que j'ai décrites et figurées dans les *Goodenia* (1). C'est un fait curieux, mais non isolé, que toutes les espèces d'un genre si homogène sous le rapport des organes floraux, ne partagent pas les mêmes caractères anatomiques. Il serait en effet facile de multiplier les exemples de cette nature. Je cite seulement les *Campanula* et les *Phyteuma*, dont certaines espèces possèdent des faisceaux libériens et libéro-ligneux épars et diversement distribués au milieu de la moelle, sans qu'il soit possible jusqu'à présent de découvrir un lien entre la végétation de ces plantes et leur structure anatomique (2).

Après avoir étudié l'anatomie de la tige de toutes les espèces dont j'ai pu me procurer des échantillons frais ou secs, j'ai reconnu des rapports constants entre la structure intérieure de la tige et la morphologie extérieure des organes végétatifs. Ces caractères morphologiques sont si nets, si bien tranchés, qu'ils n'ont pas échappé aux taxinomistes et leur ont servi à diviser ce genre en sections.

---

(1) J. Vesque, *Note sur l'anatomie du* Goodenia ovata (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, t. III, p. 312).

(2) Voy. Trécul, *Résumé d'observations sur les vaisseaux et les sucs propres* (*Ann. des sc. nat.*, 5e série, t. V, p. 77).

La tige du *Stylidium adnatum*, espèce communément cultivée dans nos serres, porte une multitude de feuilles disposées en une spirale serrée, mais si irrégulière, que je ne crois pas possible de déterminer l'angle de divergence. Au bout de quelque temps de végétation, les feuilles sont de plus en plus serrées et des fleurs apparaissent dans leurs aisselles. La végétation de l'axe primaire paraît s'arrêter, et la plante ne s'allonge plus que grâce à un ou plusieurs rameaux axillaires qui répètent exactement les mêmes phénomènes.

Cet arrêt de la végétation de l'axe principal est encore bien plus manifeste dans le *St. dichotomum* DC., où chaque jet est terminé par une sorte de broussin d'où sortent les rameaux secondaires au nombre de un ou de deux. Il est évident qu'il ne saurait être question ici d'une véritable dichotomie, ainsi que semble l'indiquer le nom donné à cette espèce.

Dans une espèce voisine indéterminée, qui se trouve à l'herbier du Muséum, les cicatrices saillantes qui composent le broussin sont élégamment disposées en spirale comme les écailles d'un cône de Pin. A ce type se rattachent encore les *St. rhynchocarpum* Sond., *cicatricosum* Sond., *fruticosum*, R. Br., *lancifolium* Juss., *lancifolium* Lindl., *bulbiferum* Benth.

Dans un autre type, il existe une rosette de feuilles radicales d'où s'élève une hampe florale garnie ou non de quelques faux verticilles de feuilles ou de feuilles éparses. Les espèces de ce type que j'ai examinées peuvent se grouper de la manière suivante :

1. Feuilles toutes radicales, linéaires allongées : *St. Armeria* Labill., *graminifolium*, R. Br., *affine* Sond., *spinulosum* Sond., *plantagineum* Sond., *crassifolium* Sond.

2. Feuilles linéaires ou lancéolées courtes : *St. saxifragoides* Lindl., *hispidum* Lindl., *bicolor* Lindl., *pubigerum* Sond., *ciliatum* Lindl., *junceum* R. Br.

3. Feuilles toutes radicales, spathulées ou obovales : *St. Lehmannianum* Sond., *glaucum*, *caulescens* DC., *striatum* Lindl., *Herb. Par. Drummond*, 274.

4. Rosette de feuilles radicales et verticilles caulinaires :

marginatum Sond., *Brunonianum* Benth., *pruinosum* Sond., *scandens* R. Br. (1).

5. Rosette de feuilles radicales et feuilles caulinaires éparses: *St. carnosum* Benth., *leptostachyum*, Lindl.

Dans toutes ces espèces, à quelque type qu'elles appartiennent, il existe un fonds commun de structure anatomique. Les faisceaux primitifs, ordinairement privés de la faculté de s'accroître en épaisseur, sont disséminés au milieu du parenchyme, tantôt d'une manière tout à fait irrégulière, tantôt disposés sur deux rangs (*St. lancifolium* R. Br., fig. 1, pl. 17). Les *Stylidium* ressemblent parfaitement, sous ce rapport, aux *Goodenia*, et j'ai même constaté que les faisceaux sont également disposés sur deux rangs dans le *G. heterophylla* R. Br. (2).

Comme dans les *Goodenia*, une large bande de tissu épaissi entoure les faisceaux (fig. 1, *cp.*) et se trouve limitée en dehors par la gaine de Caspary, ou endoderme G, qui la recouvre sans lacune.

Dans le *St. Armeria* Labill., qui peut servir d'exemple pour les espèces à feuilles radicales, les faisceaux restent *ouverts* et leurs cambiums peuvent se rejoindre à travers les rayons médullaires. La zone épaissie, extérieure, est composée de cellules allongées terminées en haut et en bas par des cloisons plus ou moins obliques; les parois longitudinales sont marquées de petites ponctuations clairsemées.

Sur la coupe transversale, les cavités des cellules vont en diminuant de l'intérieur vers l'extérieur, de sorte que dans la région tout à fait contiguë à l'écorce parenchymateuse, les éléments ressemblent à des fibres ligneuses (3). Rien dans l'arrangement de ces cellules n'indique un accroissement en épaisseur de cette zone protectrice.

Il n'en est pas de même dans les espèces du type *adnatum*. Dans ces plantes, l'assise externe de la zone protectrice, située immédiatement en dessous de la gaîne de Caspary, devient le siége d'une multiplication cellulaire très-vive, analogue à celle que j'ai étudiée autrefois dans la partie terminale des faisceaux du *Goodenia ovata*. Il n'est pas rare d'y trouver une couche de quatre ou cinq assises de cellules séveuses régulièrement alignées en files radiales (fig. 2, A). Bientôt ces jeunes cellules *cambiales* s'épaississent, les internes d'abord, puis successivement dans une direction centrifuge, et se transforment en bois composé de fibres et de vaisseaux. La couche qui se forme en dernier lieu ne renferme plus que des fibres très-épaissies (fig. 3 et 4, à droite).

---

(1) Je n'ai pas vu la base de la plante.

(2) *Loc. cit.*, p. 322.

(3) La même disposition existe, dans le *St. adnatum* au jeune âge, à un degré moins prononcé (fig. 1).

Les vaisseaux ne se distinguent guère des fibres par leur diamètre ; mais sur la coupe longitudinale (fig. 4, V) radiale, on voit les diaphragmes transversaux obliques percés d'un trou irrégulièrement circulaire. Leurs parois longitudinales sont marquées de petites ponctuations aréolées, dont les deux orifices allongés, suivant des spirales homodromes, figurent autant de petites croix. Au maximum de développement, on peut bien compter dans le *Stylidium adnatum* douze assises de bois secondaire.

Le même phénomène a été observé avec autant de netteté chez le *St. fruticosum*, où la gaîne de Caspary, marquant la limite externe de ce bois secondaire, se colore en rouge.

Le développement de ce bois secondaire ne dure que peu de temps ; bientôt l'activité du cambium s'éteint, et la tige, ainsi solidifiée, peut donner naissance à des rameaux secondaires. Il faut reconnaître dans cet appareil quelque chose de semblable à ce qui arrive dans les Lianes. En même temps que la nouvelle couche de bois protége les faisceaux internes contre les attaques étrangères, elle enrichit la tige de nouveaux vaisseaux qui la rendent propre à alimenter un plus grand nombre d'organes transpirateurs et leur assurent sans aucun doute une réserve transpiratoire beaucoup plus grande.

En terminant, je dois faire observer que nous avons dans les *Stylidium* un exemple d'un cambium unilatéral formant de nouveaux éléments ; jamais je n'ai observé de liber secondaire.

Toujours le bois secondaire se trouve immédiatement au-dessous de l'endoderme. Celui-ci, comme on sait, se subérifie, l'écorce tombe, et alors nous sommes en présence d'une tige privée d'écorce et dont la surface est formée par du bois ! C'est ce qu'on voit quand on examine la coupe d'une vieille tige d'un échantillon de *Stylidium* conservé en herbier.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 17.

Toutes les figures sont dessinées à la chambre claire avec un grossissement de 300 diamètres.

Fig. 1. Coupe transversale de la jeune tige avant l'établissement d'un cambium secondaire au-dessous de l'endoderme.— *ép*, épiderme ; *g*, gaîne protectrice ou endoderme ; *cp*, couche protectrice primaire, lignifiée, composée de larges fibres et recouvrant les faisceaux ; *m*, moelle.

Fig. 2. Coupe de la même tige au moment où le bois secondaire commence à se former. — Entre l'endoderme *g*, et la couche protectrice, il y a une couche de tissu *a*, composé de cellules délicates alignées en files radiales et, ressemblant parfaitement à un véritable cambium en pleine activité.

Fig. 3. Coupe de la tige après le développement du bois secondaire, *bs*.— Les éléments nouvellement formés sont visiblement arrangés en files radiales.

Fig. 4. Coupe longitudinale radiale de la même tige. — A gauche, se trouve un faisceau dont on voit une trachée *tr*, deux vaisseaux rayés et des indices certains de liber mou, *lm*. Les vaisseaux n'étant pas absolument rectilignes, les cellules libériennes peuvent se trouver en apparence sur le prolongement des vaisseaux ligueux. *v*, vaisseaux ponctués ; *f*, fibres très-épaissies, qui terminent le bois secondaire en dehors et qui résultent sans doute de la lignification directe du cambium secondaire ; *g*, endoderme.

ANATOMIE
DU TISSU CONDUCTEUR

Par M. G. CAPUS.

INTRODUCTION.

HISTORIQUE.

En 1823, Amici découvrit le boyau pollinique sur le stigmate du *Portulacca*.

Avant cette époque, on acceptait des hypothèses plus ou moins erronées, basées sur des faits incomplétement observés.

Morland (1) admettait, en 1703, que le pollen était la base de l'embryon, et que le grain de pollen descendait dans la cavité ovarienne. Il admettait donc l'existence d'un canal stylaire pour toutes les plantes. Cependant cette hypothèse d'une migration du grain de pollen dans le style fut bientôt renversée par Séb. Vaillant, dans son discours remarquable sur la structure des fleurs (2).

Une opinion qui, à cette époque, ralliait beaucoup de botanistes, et dont parle Adanson, consistait à admettre que les poussières fécondantes contiennent un « esprit volatil », dont la subtilité ne doit pas être inférieure au fluide électrique « qui pénètre dans les trachées » qui terminent la surface des stigmates, descend sur le placenta, pénètre les graines et en féconde l'embryon (3).

Hales, comme Morland, pense que les poussières fécondantes sont recueillies par le pistil; d'où elles sont conduites dans la capsule séminale (1) .

---

(1) Morland, *Some new Observations upon the parts and use of the flower in Plants.* (*Philosoph. Transact.*, 1703, vol. XXIII, p. 1474).

(2) *Discours sur la structure des fleurs, etc.*, prononcé le 10 juin 1717. Leyde, 1727, p. 16.

(3) M. Adanson, *Famille des plantes*, I, p. 121.

Spallanzani (2), ayant observé avec cette sagacité et cette exactitude qui lui étaient propres un certain nombre de pistils, a trouvé que dans quelques-uns « il y avait un canal de la cime vers le fond, c'est-à-dire du stigmate à l'ovaire; que dans quelques autres, ce canal ne s'étendait qu'à la moitié du pistil, et même pas si loin et qu'enfin, dans d'autres, on ne voyait aucun canal »; Spallanzani avait vu en outre s'écouler toujours un certain temps entre l'apparition de l'embryon et la présence des poussières fécondantes sur le stigmate.

Quand, en 1823, Amici (3) découvrit le boyau pollinique, on avait admis généralement que le contenu du grain de pollen, la favilla, se dispersait sur le stigmate par suite de la rupture du grain du pollen, et que la favilla, contenant le fluide fécondant, était transmise à l'ovaire par la partie vasculaire du style pour arriver à l'ovule par le cordon ombilical.

Ce n'est qu'en 1826 que Brongniart (4) a vu le boyau pollinique s'introduire par le stigmate jusqu'à une certaine distance dans le tissu conducteur, et en même temps son extrémité engagée dans le micropyle de l'ovule. Dans ce travail remarquable, qui est devenu pour ainsi dire la base des recherches ultérieures sur la fécondation, Brongniart établit clairement le rôle du tissu conducteur : « Jamais, dit-il, le tissu qui sert à la transmission du fluide fécondant, depuis le stigmate jusqu'au placenta, ne se continue dans le cordon ombilical, et jamais surtout il n'accompagne les vaisseaux nourriciers jusqu'à la chalaze. Dans toutes les plantes où il est facile de le distinguer par sa texture ou par sa couleur, on le voit venir se terminer en face de l'ouverture du tégument de l'ovule... » Il est curieux que Brongniart, après avoir vu le boyau pollinique s'introduire dans le tissu du stigmate et cheminer assez loin dans le tissu conducteur du style, et après avoir vu un tube analogue dans le micropyle de l'ovule, n'ait pu s'affranchir tout à fait des théories erronées de cette époque pour admettre que le boyau pollinique, issu du grain de pollen, s'ouvre dans les interstices ou canaux formés par les espaces interutriculaires du tissu conducteur, et que ce fluide fécondant ou ces «granules spermatiques» soient récoltés par un boyau émanant du micropyle.

---

(1) Hales (*Statique des végétaux*, chap. VII, 1779, p. 287.

(2) Spallanzani, *loc. cit.*, p. 392.

(3) Amici, *Ann. des sc. nat.*, 1^{re} série, t. II.

(4) Brongniart, *Mémoire sur la génération et le développement de l'embryon dans les végétaux phanerogames* (*Ann. des sc. nat.*, 1^{re} série, 1827, t. XII, p. 244).

Dans une lettre à Mirbel, publiée en extrait dans les *Annales des sciences naturelles* de 1830, Amici (1) annonce qu'il a vu les boyaux polliniques des grains de pollen du stigmate s'allonger peu à peu, descendre dans le style, et aller se mettre en contact avec l'amande. Il a vu qu'à chaque ovule correspondait un boyau pollinique.

Amici admet qu'une fois entré dans le tissu conducteur, le boyau en reçoit une nourriture et un accroissement de matière, pour pouvoir se distendre jusqu'à la longueur nécessaire.

Brongniart fait remarquer, à la suite de cette communication, qu'une dissection délicate lui a toujours montré les appendices tubuleux du pollen se terminant dans le tissu même du stigmate, dans un certain nombre de plantes, mais qu'il est porté à croire que ceci pourrait bien arriver parce que les plantes étaient trop récemment fécondées.

Or, depuis cette époque, le fait a été constaté par un grand nombre d'observateurs, parmi lesquels il faut citer : R. Brown, Scheilden, Horkel, Wydler, Tulasne, Radeskofer, etc.

Depuis les beaux travaux de Brongniart et de R. Brown, on s'est singulièrement peu occupé de voir comment se comporte le boyau pollinique dans sa marche vers la cavité ovarienne. Une fois qu'on avait constaté qu'il ne s'ouvre pas à l'intérieur du tissu conducteur pour déverser la favilla, mais qu'on avait acquis la certitude que c'est bien lui qui pénètre dans le stigmate et qui va féconder les vésicules embryonnaires, on a porté une attention bien plus minutieuse aux phénomènes essentiels de la fécondation et aux effets qui la suivent, qu'au mode de vie du boyau pollinique dans le style et au tissu qui le nourrit. On s'était contenté de savoir que le boyau pollinique suit tantôt les parois d'un « canal stylaire » tapissé d'un tissu particulier ou « tissu conducteur » (*tela conductrix*), auquel on avait reconnu, dans certains cas, des qualités physiques et chimiques qui le rendaient apte à le conduire et à le nourrir ; que, d'autres fois, le boyau est forcé de pénétrer à travers un style non percé d'un canal. On ne connaissait d'ailleurs que fort peu le rôle que joue le tissu conducteur plein.

---

(1) Amici, *Note sur le mode d'action du pollen sur le stigmate*, extrait d'une lettre de M. Amici à M. Mirbel (*Ann. sc. nat.*, nov. 1830).

Si l'étude anatomique spéciale du tissu conducteur et des variations qu'il présente dans les différentes familles était de la sorte négligée au profit de questions bien plus importantes, il n'en était pas de même de l'étude morphologique du stigmate. Les différences dans la configuration extérieure du sommet du style pouvaient donner de précieux renseignements à la botanique systématique, et ceux-ci furent largement mis à profit. Comme le stigmate n'était pas encore devenu l'objet de recherches microscopiques comparées, on désignait sous le nom de *stigmate* (*Stigma-Narbe*) toute la partie supérieure du style, quelque peu modifiée dans sa forme ou son aspect, sans faire une distinction entre le vrai stigmate et les parties du style moins intéressées à la conservation du boyau pollinique.

Enfin les différences morphologiques des stigmates de beaucoup de plantes ont été étudiées avec beaucoup de soin, quand on s'est occupé des différents modes d'imprégnation du stigmate et des effets de la fécondation croisée, à la suite des belles idées de M. Darwin sur la fécondation croisée et directe.

Sprengel, en 1793, avait déjà travaillé dans cette direction.

Les expériences de M. Darwin ont provoqué un grand nombre de travaux excellents de MM. H. Müller, F. Müller, Hildebrand, et surtout Delpino, etc., qui tous cependant regardent moins l'anatomie et la physiologie du stigmate que sa morphologie.

En 1857, Payer (1) pouvait dire encore : « Les botanistes » sont loin d'être d'accord sur ce qu'on doit appeler stigmate. » Pour moi, je ne considère comme stigmate que la partie du » style ou des branches du style qui se recouvre de papilles » stigmatiques. »

M. Van Tieghem (2) a publié un travail important sur la physiologie du pollen et du stigmate.

Enfin, plus récemment, M. Reinke (3) a examiné anatomiquement le stigmate d'un certain nombre de plantes, et M. Behrens (4) a publié un travail plus étendu sur la structure du style et du stigmate, dans lequel on trouve des données intéressantes sur le tissu conducteur.

Pour compléter l'histoire du tissu conducteur, il reste à résoudre un certain nombre de questions concernant surtout l'origine du tissu conducteur, ses transformations successives, la formation d'un tissu conducteur plein, la nature du stigmate, etc.

Dans le présent mémoire, je me suis appliqué à examiner le tissu conducteur dans ses états successifs, dans un certain nombre de plantes choisies dans des familles très-éloignées, nombre suffisant pour qu'en comparant entre eux les différents types, on puisse en tirer des règles qui ont une valeur générale.

---

(1) Payer, *Traité d'organogénie comparée de la fleur*, 1857, p. 737.

(2) Van Tieghem, *Recherches physiologiques sur la végétation libre du pollen et de l'ovule, et sur la fécondation directe des plantes* (*Ann. sc. nat.*, 5ᵉ série, t. XII, p. 316.)

(3) J. Reinke, *Ueber den Bau der Narbe* (*Nachrichten der Königl. Ges. der Wiss. zu Göttingen*, Sept. 1874, et *Just Jahresbericht Ref.*, 1874, t. II, page 495).

(4) W. J. Behrens, *Untersuchungen ueber den anatom. Bau des Griffels und der Narbe* (*Göttingen*, 1875, etc., *Botan. Jahresber, von Just*, 1875, t. II, Halbband).

Dans l'exposé de ces recherches, je me suis laissé guider par un plan « naturel » ; c'est-à-dire qu'après avoir examiné la formation du tissu conducteur dans les différents types, nous examinerons de plus près comment le tissu conducteur se modifie et se comporte successivement dans l'ovaire, dans le style et sur le stigmate ; nous verrons ensuite quelques dispositions du sommet du style destinées à faciliter le rôle du stigmate. Enfin, nous décrirons le stigmate particulier de certaines plantes, pour terminer par un court aperçu des conditions biologiques qui déterminent l'action du boyau pollinique (1).

En adoptant cet ordre d'idées, le mémoire se divise en une série de chapitres :

INTRODUCTION. — HISTORIQUE.

CHAPITRE I^{er}. — *Formation du tissu conducteur.*

1. Tissu conducteur formé par une seule rangée de cellules. — Epiderme.
2. Tissu conducteur formé par l'épiderme renforcé d'une partie du périblème.
3. Tissu conducteur formé par la prolification :
    a. De l'épiderme de la face interne du carpelle.
    b. De cellules sous-épidermiques.

CHAPITRE II. — *Tissu conducteur dans l'ovaire.*

Localisation du tissu conducteur dans l'ovaire.
    a. Placenta lisse.
    b. Placenta papilleux.
    c. Placenta tomenteux.
    d. Dispositions diverses.
Changements qui s'opèrent dans le contenu et dans les parois des éléments du tissu conducteur sur le placenta.

CHAPITRE III. — *Tissu conducteur dans le style.*

Passage du tissu conducteur dans le style.
Formation du tissu conducteur plein.
Dissociation du tissu conducteur dans le style.

---

(1) Je suis heureux de pouvoir exprimer ici mes remercîments à M. J. Decaisne et à M. J. Vesque, qui m'ont aidé de leurs précieux conseils.

Chapitre IV. — *Tissu conducteur sur le stigmate.*

a. Le stigmate proprement dit :
  Papilles stigmatiques simples.
  Papilles stigmatiques composées.
  Dissociation du tissu.
b. L'appareil collecteur.
Stigmate des Ehrétiacées, des *Vinca*, *Apocynum*, etc.

Chapitre V. — *Quelques considérations physiologiques sur le rôle du tissu conducteur.*

CHAPITRE PREMIER.

FORMATION DU TISSU CONDUCTEUR.

On appelle tissu *conducteur*, le tissu composé d'éléments généralement allongés, lâchement unis et délicats, dont la réunion forme un cylindre qui occupe le centre du style, ou qui tapissent les parois d'un canal stylaire central.

Quel est le rôle du tissu conducteur?

Le tissu conducteur doit aider le boyau pollinique à pénétrer à l'intérieur de la cavité ovarienne pour y féconder les ovules.

Le grain de pollen qui donne naissance au boyau pollinique n'est pas apte à lui fournir les aliments nécessaires pour atteindre une longueur souvent considérable ; il faut donc que le boyau tire ses aliments du dehors, et emprunte aux tissus environnants les matières servant à son développement ultérieur.

Le boyau pollinique est parasite.

Par cela, le rôle du tissu conducteur devient double : rôle mécanique et rôle physiologique.

Les dispositions du tissu conducteur qui servent à assurer l'accomplissement du rôle mécanique sont beaucoup plus variées que celles qui tendent à fournir au boyau pollinique les aliments qu'il puisse absorber afin de pouvoir continuer son chemin.

Ces aliments sont élaborés en quantités très-variables, suivant les différentes plantes.

Comme l'abondance des matières assimilables destinées aux boyaux polliniques détermine le nombre de ceux qui peuvent descendre vers la cavité ovarienne, et comme, d'un autre côté, nous pouvons admettre que c'est le volume du tissu conducteur qui détermine l'abondance des matières assimilables produites, il s'ensuit que dans un ovaire qui ne contient qu'un petit nombre d'ovules n'exigeant que l'intervention d'un nombre de boyaux polliniques relativement restreint, le tissu conducteur peut être peu développé, en raison de la quantité relativement petite de matières assimilables qui leur sont nécessaires.

1. — TISSU CONDUCTEUR FORMÉ PAR UNE SEULE ASSISE DE CELLULES. ÉPIDERME.

Les fonctions de tissu conducteur peuvent, par conséquent, être remplies par un nombre restreint de cellules, et, dans ce cas, c'est l'épiderme qui est chargé exclusivement de ces fonctions. Ordinairement ce sont alors tous les éléments de l'épiderme qui possèdent les mêmes propriétés; plus rarement c'est une zone déterminée de l'épiderme bordant le canal stylaire qui est chargée du rôle de tissu conducteur (1).

Le carpelle est une feuille modifiée qui porte un épiderme à sa face inférieure ou externe, et un épiderme à sa face supérieure ou interne.

L'épiderme de la face interne se constitue en tissu conducteur sans s'adjoindre d'autres assises de cellules plus profondes et sans se diviser. Ainsi formé exclusivement par les cellules épidermiques, le tissu conducteur tapisse toujours un canal stylaire plus ou moins large.

Les Fumariacées nous présentent le type de cette manière d'être du tissu conducteur.

---

(1) Il existe peut-être aussi une relation entre la longueur du style que le boyau doit parcourir et le volume du tissu conducteur. Dans les *Papaver*, par exemple, dont les carpelles portent un grand nombre d'ovules, le tissu conducteur n'est formé que par deux assises de cellules. Le chemin à parcourir par le boyau est relativement court.

Le pistil du *Fumaria major* est composé de deux carpelles réunis par leurs bords en un ovaire uniloculaire qui contient un ovule anatrope, suspendu de manière que le micropyle soit situé en face de l'ouverture du canal stylaire. Dès que le boyau pollinique entre dans la loge ovarienne, il rencontre le micropyle de l'ovule. Aussi ne trouve-t-on nulle trace d'un tissu conducteur différencié au niveau de l'insertion des ovules. Ce n'est qu'à l'entrée du canal stylaire que l'épiderme se différencie par suite du changement qui s'opère dans les propriétés physiques et chimiques du contenu des cellules épidermiques. et qui les ferait distinguer aisément du tissu clair sous-jacent, même si celui-ci n'était pas caractérisé comme parenchyme fondamental par la présence de méats intercellulaires remplis d'air (pl. 18, fig. 5).

Tandis que, dans le *Fumaria*, les fonctions physiologiques de tissu conducteur sont réparties sur toutes les cellules qui bordent le canal stylaire, elles ne semblent dévolues, dans le *Polygala grandiflora*, qu'à un nombre déterminé de cellules épidermiques. Une coupe à travers le style du *Polygala* a la forme d'une ellipse allongée dont le centre est occupé par un canal stylaire et dont les foyers sont occupés chacun par un faisceau fibro-vasculaire. Les cellules épidermiques qui bordent le canal stylaire sont de deux espèces : les unes sont de très-petites dimensions et résultent de cellules qui se sont divisées radialement un grand nombre de fois. Elles sont situées vis-à-vis des faisceaux et reliées à ceux-ci par un tissu intermédiaire à très-petits éléments polygonaux, qui a peut-être pour rôle de transmettre au tissu conducteur épidermique les matériaux de subsistance pour le boyau pollinique (1).

---

(1) Reinke, *Physiologische Funktionen der Blattzaehne* (*Bot. Zeit.*, 1876, et *Pringsh. Jahrb. für wissensch. Bot.*, Bd. X).

M. Reinke a trouvé que dans le *Cerasus avium*, le *Persica vulgaris* et les *Amygdalus*, les dents des feuilles sécrètent par leur épiderme une matière particulière et que cet épiderme est relié au faisceau fibro-vasculaire terminé en pinceau par un tissu à petites cellules incolores que M. de Bary a assimilé au parenchyme aquifère (*Wassergewebe*) situé au-dessous des stomates aquifères de Reinke (*Nevrostomata*, — *Wasserspalten* de Bary).

Entre ces deux zones de tissu conducteur se trouvent deux zones de cellules épidermiques plus grandes, à parois plus épaisses, et qui ne diffèrent pas des éléments du parenchyme fondamental sous-jacent. On y rencontre des méats intercellulaires assez développés, dans lesquels on trouve des gouttelettes d'une matière grasse.

Le tissu conducteur est constitué exclusivement par l'épiderme dans le *Mahonia Aquifolium*, où les cellules épidermiques s'élèvent en papilles très-longues qui s'entrecroisent dans le canal stylaire et forment une espèce de pseudo-parenchyme très-lâche.

Quand l'épiderme remplit seul les fonctions de tissu conducteur, il s'élève rarement en papilles dans le canal stylaire.

Les Violariées nous offrent également un exemple de cet emprunt physiologique.

Les fonctions de tissu conducteur sont remplies dans le *Viola altaica* par un épiderme très-développé, qui entoure un canal stylaire très-large et dont les éléments complétement développés se présentent sous la forme de grandes cellules très-larges dans le sens radial, pourvues de parois épaisses presque collenchymatoïdes au contact du parenchyme fondamental.

Ces cellules sont remplies, à l'époque de l'imprégnation du stigmate, d'un contenu dense, granuleux, jaune, huileux et presque opaque. On rencontre quelquefois une cellule plus grande que ses congénères et qui s'est divisée par une cloison tangentielle en deux cellules d'égales dimensions. Vu en coupe longitudinale, cet épiderme prismatique est disposé en séries cambiales très-régulières jusqu'à l'insertion des premiers ovules dans l'ovaire.

2. — TISSU CONDUCTEUR FORMÉ PAR L'ÉPIDERME RENFORCÉ D'UNE PARTIE DU PÉRIBLÈME.

Le tissu conducteur peut être constitué par l'épiderme, auquel se sont associées une ou plusieurs assises du parenchyme fondamental sous-jacent, sans qu'il y ait multiplication de ces cellules. Dans ce cas, les cellules du périblème ont seulement changé les propriétés de leurs parois ou de leur contenu, sans qu'aucune division se soit produite à leur intérieur.

On trouve des exemples très-fréquents de cette disposition du tissu conducteur dans les pistils pourvus d'un canal stylaire plus ou moins étroit, souvent rempli de cellules épidermiques qui se sont développées en de longues papilles.

Comme le tissu conducteur est exclusivement chargé du rôle d'assurer l'arrivée du boyau pollinique à l'intérieur du micropyle ovulaire, dès que ce but est atteint, il n'a plus de raison d'être. C'est pourquoi on ne trouve pas trace d'un tissu pareil au-dessous de l'endroit où s'insère l'ovule qui est situé le plus bas dans la loge ovarienne. Il est facile de voir ainsi que le tissu conducteur, qu'il soit formé par l'épiderme accompagné d'un certain nombre d'assises sous-jacentes, ou qu'il résulte d'un métablastème, ne sera toujours représenté, en dernière analyse, que par l'épiderme interne du carpelle, que cet épiderme soit modifié morphologiquement ou chimiquement, ou les deux à la fois ; qu'il soit papilleux, lisse ou collenchymatoïde.

Il est très-fréquent de trouver le tissu conducteur représenté dans l'ovaire exclusivement par les cellules épidermiques, tandis que plus haut, à l'entrée du canal stylaire ou seulement dans celui-ci, une, deux ou trois couches du parenchyme fondamental viennent s'ajouter à l'épiderme.

C'est ainsi que dans les Hippocastanées le tissu conducteur est formé à son origine sur le placenta par l'épiderme seul, tandis qu'au niveau de la base du style, apparaît sur quelques points isolés une « couche de renforcement ».

Dans une coupe à travers le placenta de l'*Azalea* (Éricacée), on voit que le tissu conducteur y est formé par l'épiderme seul, qui s'est divisé radialement un grand nombre de fois. Il n'est pas rare de voir plusieurs cellules du parenchyme fondamental se joindre à l'épiderme pour former le tissu conducteur.

Il en est ainsi dans les *Solanum glaucophyllum*, *Papaver* *hybridum*, *Glaucium fulvum*, *Polemonium cœruleum*, *Asclepias*, *Apocynum venetum*, *Scilla sibirica*, *Crocus luteus*, etc.

Le nombre et l'étendue des couches de renforcement sont variables pour toutes ces plantes. Ainsi, dans le *Solanum* (pl. 18, fig. 2 et 3), l'épiderme s'adjoint de très-bonne heure une assise de cellules du périblème, qui se font remarquer bientôt par leur contenu dense, huileux, fortement réfringent. Plus haut, dans le style complétement développé, on trouve un étroit canal entouré d'un tissu conducteur volumineux, qui résulte peut-être d'une multiplication secondaire, vu la grande épaisseur relative du tissu conducteur.

On trouve, sur le placenta d'une fleur de *Glaucium* près de s'épanouir, un épiderme doublé d'une couche sous-jacente claire (pl. 18, fig. 1).

Dans le *Scilla*, il y a jusqu'à quatre assises de cellules du périblème qui se joignent à l'épiderme pour constituer le tissu conducteur sur le placenta.

C'est dans quelques ovaires monomères ou semi-monomères que ce type du tissu conducteur est le plus développé.

Dans les Renonculacées, les bords carpellaires s'infléchissent de bonne heure, se soudent, et forment le placenta sur lequel se constitue un peu tardivement le tissu conducteur sans métablastème.

D'abord simple épiderme, il ne tarde pas à s'adjoindre d'autres couches plus profondes dont les cellules acquièrent des parois épaisses, collenchymatoïdes (pl. 18, fig. 4).

Au fur et à mesure que ce tissu se différencie du reste du parenchyme fondamental, il gagne dans le haut de l'ovaire l'angle interne du carpelle et s'y localise dans tout le parcours du style et du stigmate. Son épaisseur peut atteindre, dans le style de l'*Helleborus*, jusqu'à huit assises de cellules. A sa limite interne, on le trouve en contact avec les tissus fibro-vasculaires, de sorte que les trachées semblent être plongées dans le tissu conducteur.

Le pistil du *Corylopsis* (Hamamélidée) est composé de deux carpelles soudés à la base par leurs bords, mais qui deviennent libres supérieurement et se terminent en deux longs styles distincts et séparés. Le tissu conducteur se localise au sommet de l'ovaire, à l'angle interne des carpelles, et présente la même disposition que dans l'*Helleborus*.

Des exemples d'une disposition analogue du tissu conducteur se rencontrent dans la famille des Apocynées, des Légumineuses et des Ombellifères. Le pistil du *Vinca minor* est formé de deux carpelles distincts à la base, se réunissant plus haut en un style simple qui supporte un renflement volumineux. Le tissu conducteur se constitue à l'origine sur l'épiderme du placenta, qui épaissit ses parois externes. Bientôt il s'adjoint d'autres couches sous-jacentes qui épaississent également leurs parois, et enfin, au niveau de la base du style, quand le tissu conducteur est devenu plein, il a acquis une épaisseur considérable.

Nous avons ici un exemple de la formation d'un tissu conducteur plein sans l'intervention d'un métablastème.

Si l'on fait une coupe transversale à travers l'ovaire du *Fœniculum vulgare* par exemple, et que cette coupe soit menée inférieurement au niveau d'insertion du funicule des ovules, on ne distingue pas de tissu conducteur; mais quand on la pratique au-dessus du niveau du micropyle, à travers le stylopode, on voit que ce tissu est constitué comme dans les Renonculacées et dans le *Corylopsis*.

Cet arrangement du tissu conducteur se trouve enfin dans certaines Rosacées (*Rubus odoratus*, *Spiræa Douglasii*).

Dans le *Rubus*, par exemple, ce tissu se développe à l'angle interne des bords carpellaires réfléchis (pl. 18, fig. 6). Un peu au-dessus de l'insertion du funicule de l'ovule, l'épiderme s'adjoint successivement trois assises de cellules du parenchyme fondamental, de sorte que le tissu conducteur se compose finalement de trois rangées de cellules du parenchyme fondamental et d'une rangée de cellules épidermiques sur les deux bords carpellaires, qui vont s'accoler plus haut et former un tissu conducteur plein.

Les éléments de ce tissu complétement développé ne se distinguent dans l'ovaire, de ceux du parenchyme fondamental environnant, que par leur contenu clair très-réfringent. Dans les cellules du parenchyme fondamental qui bordent le tissu conducteur, on observe un dépôt abondant de cristaux cohérents d'oxalate de chaux (*a*, fig. 6). On y remarque en outre la présence de chlorophylle et de méats intercellulaires remplis d'air.

3. — TISSU CONDUCTEUR FORMÉ PAR LA PROLIFICATION.

a. De l'épiderme de la face interne du carpelle.

Les exemples d'une multiplication par des cloisons tangentielles des cellules épidermiques sont assez rares pour que M. Pfitzer (1) ait cru devoir réunir tous les cas connus d'épiderme divisé.

M. Warming (2) appelle l'attention sur un certain nombre d'autres exemples de divisions tangentielles de l'épiderme qu'il a observées dans la paroi interne de l'ovaire.

Les divisions tangentielles qui apparaissent dans l'épiderme de la face interne des bords carpellaires, et qui sont le point de départ d'un tissu spécial et nouveau, tel que le tissu conducteur, sont faciles à distinguer des divisions épidermiques qui se rencontrent dans l'épiderme interne de la paroi ovarienne et à la partie ventrale du carpelle.

Dans les cas où il existe des divisions épidermiques qui n'ont pour but qu'une espèce de multiplication de ce tissu, on n'observe pas de changement dans la nature des cellules telles qu'on les trouve dans les tissus, issus de divisions épidermiques et ayant un rôle physiologique à remplir.

M. Famintzine (3) a observé des divisions épidermiques tangentielles dans un grand nombre de Légumineuses où elles donneraient naissance à la couche dure.

---

(1) Pfitzer, *Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen* (*Pringsh. Jahrb.*, VIII, p. 16).

(2) E. Warming, *De l'ovule* (*Ann. des sc. nat.*, 6e série, 1878, note de la page 53 du mém.).

(3) *Beitrag zur Keimblattlehre im Pflanzenreiche* (*Mém. de l'Acad. impér. de Saint-Pétersbourg*, t. XXII, 1878).

Le tissu conducteur se forme par la prolification d'un certain nombre de cellules épidermiques de la face interne des carpelles, dans la famille des Borraginées, des Labiées, des Composées, dans quelques Personnées, etc.

La position des ovules de la plupart des Borraginées par rapport au canal stylaire, ainsi que les rapports des différentes parties du carpelle entre elles, dispensent le boyau pollinique de cheminer longtemps à l'intérieur de la cavité ovarienne avant de rencontrer le micropyle. L'ovule, étant plus ou moins anatrope et suspendu à l'angle central de la loge, présente le micropyle au boyau pollinique dès qu'il entre dans la loge ovarienne. Pour y entrer, le boyau pollinique serait forcé cependant de faire une inflexion presque à angle droit. Arrivé à la base du canal stylaire, il rencontre un mamelon cellulaire de nature parenchymateuse (pl. 18, fig. 8, et pl. 20, fig. 6, *tc*). Ce « tampon conducteur » qui ne semble avoir à jouer qu'un rôle purement mécanique, parce que l'on n'observe pas de changement dans la nature de ses parois cellulaires et du contenu de ses cellules, porte des divisions épidermiques tangentielles très-nettes.

Le tissu conducteur étant relativement peu développé sur le placenta, ce n'est qu'à la base du canal stylaire et dans celui-ci qu'on peut suivre le mieux son développement. La fig. 9 de la planche 18 montre la formation du tissu conducteur à la base du canal stylaire d'un pistil du *Trachystemon orientale* très-jeune. Les cellules mères viennent de se dédoubler et ont donné au tissu la disposition cambiale caractéristique. Le gros trait *ab* indique la limite du tissu conducteur formé jusqu'alors, car déjà à cette époque il se distingue du parenchyme fondamental, ou périblème, par le contenu dense et granuleux de ses éléments en voie de multiplication.

Le tissu conducteur des Borraginées résulte de la sorte exclusivement de la multiplication de l'épiderme de la face interne des carpelles.

Dans un pistil très-jeune (pl. 18, fig. 10), le tissu conducteur semble être en rapport génétique avec un tissu *fv* à petits éléments, situé plus profondément dans le périblème, mais dont les éléments ne sont pas disposés en séries radiales. Ce tissu, qui est le procambium du faisceau fibro-vasculaire, n'est rattaché au tissu conducteur par aucun lien de formation (1).

Le tissu conducteur du *Trachystemon* n'acquiert qu'une épaisseur de trois ou de quatre assises de cellules.

En coupe longitudinale et de face, ce tissu se présente sous la forme de séries de cellules superposées, plus longues que larges.

Les Labiées possèdent un tissu conducteur plein qui dérive d'une multiplication de l'épiderme. Elles se rattachent donc aux Borraginées par le mode de formation du tissu conducteur.

Le pistil, composé de deux carpelles, donne naissance à un style gynobasique. Comme dans les Borraginées, le tissu conducteur se forme sur le placenta à l'entrée du canal stylaire, qui ne tarde pas à être comblé par suite de l'accolement des deux parois opposées du canal. On rencontre également à l'entrée de la loge ovarienne ce tampon conducteur qui doit faciliter l'arrivée du boyau pollinique au micropyle (pl. 20, fig. 6, *tc.*)

Dans un bouton très-jeune du *Salvia scabiosæfolia*, le tissu conducteur, en coupe transversale, montre une disposition cambiale très-caractéristique de ses éléments. Tout ce tissu procède d'une assise de cellules épidermiques qui se sont multipliées par des cloisons tangentielles. Je n'ai pu observer l'ordre dans lequel les différentes cloisons apparaissent, mais les dimensions des cellules filles, ainsi que la nature des parois, semblent indiquer que la multiplication suit un ordre centrifuge par rapport à l'axe du style.

Dès que le tissu conducteur s'est formé, il se soude pour former un tissu plein, de sorte qu'il n'y a plus de canal stylaire (pl. 18, fig. 7, *a*, *b*). La ligne de séparation des deux parois soudées est alors très-peu visible, et ce n'est qu'à la suite de l'action d'un réactif tel que la potasse étendue, que, dans un bouton très-jeune et peu au-dessus du niveau où les parois opposées se sont soudées, cette ligne apparaît comme une fente étroite et sinueuse (pl. 18, fig. 14, *a*, *b*).

---

1) Voyez la note de la page 217.

Les Composées nous offrent un exemple de la formation du tissu conducteur par dédoublement d'une zone déterminée de cellules épidermiques.

Une coupe transversale à travers l'ovaire d'un fleuron hermaphrodite du centre du *Grindelia* par exemple, a la forme d'un losange allongé dont les deux angles aigus sont occupés chacun par un faisceau fibro-vasculaire qui représente la nervure médiane du carpelle. A chaque angle obtus se trouve un faisceau fibro-vasculaire plus réduit, qui résulte de la confluence des nervures latérales des carpelles. Vis-à-vis de ces derniers faisceaux, se trouvent les *bandelettes* ou cordons qui descendent du style et marchent vers le micropyle (1). Leur tissu se fait remarquer par le contenu dense de ses éléments et l'épaisseur considérable de leurs parois).

La fig. 12 de la planche 18 montre, dans un fleuron très-jeune, le dédoublement *ab* de l'épiderme sur une étendue de quatre cellules. Les premières cloisons sont tangentielles, mais elles sont bientôt suivies de cloisons radiales (fig. 13). Tout le tissu des bandelettes procède exclusivement de l'épiderme.

A l'époque où commence le dédoublement de l'épiderme, celui-ci est rempli uniformément d'un protoplasma très-dense, granuleux, peu réfringent, et les parois cellulaires n'en sont pas encore épaissies. Peu à peu celles-ci s'épaississent, deviennent collenchymatoïdes et laissent voir des couches alternativement plus ou moins réfringentes (pl. 19, fig. 9 et 10). Néanmoins, quand la fleur est épanouie, le tissu conducteur est moins lâchement uni que le parenchyme environnant, et peut en être détaché, souvent sans se déchirer, au moyen d'une aiguille très-fine. L'épaisseur du tissu conducteur peut alors être de quatre ou cinq assises de cellules, dont les parois se gonflent dans la potasse et prennent l'apparence de collenchyme. Cet effet, obtenu à l'aide d'un réactif, se produit plus tard dans la fleur, quand le tissu conducteur doit être apte à conduire le boyau pollinique au micropyle (pl. 19, fig. 5, *tc*).

---

(1) Les bandelettes ont été décrites pour la première fois par R. Brown dans ses *Observations on the natural Family of the Plants called Compositæ* (*Trans. of Linn. Soc.*, vol. XII, 1817). Voici comment il s'exprime à cet égard : « I observe in the greater part of Compositæ, whose ovarium I have examined, two » very slender, filiform cords, which, originating from opposite points of the » base of the ovulum, or of its short footstalk, run up, and are more or less » connected with the lateral parietes of the ovarium, until they unite at the top » of its cavity, immediately under the style; between which and the ovulum a » connexion is thus formed. In many cases, as in *Liatris spicata* and *Tussilago* » *odorata*, these cords are easily separable from the ovarium, and have such a » degree of tenacity, that they may be extracted from it entire, along with the » ovulum. In other cases, they more firmly cohere with the sides of the cavity: » and in those plants in which I have been unable to see them distinctly, I conclude they are not absolutely wanting, but that their connexion with the » parietes is still more intimate. »

Dans le *Grindelia*, le tissu conducteur se présente sous l'apparence de la figure 9 (pl. 19), dans les fleurons de la circonférence aussi bien que dans ceux du centre.

L'origine de ces deux lames de tissu conducteur dans l'ovaire des Composées a été fort discutée. On a voulu y voir les restes ou les rudiments de cloisons ovariennes (1).

Si les bandelettes étaient les rudiments d'une cloison, on devrait les voir bien avant que l'ovule fût ébauché, par suite de l'arrangement particulier des cellules qui constituent leur tissu naissant; en outre, cette cloison ne se formerait pas par dédoublement de l'épiderme, ce qui est une création nouvelle, mais bien par l'inflexion des bords carpellaires. Au reste, une fois qu'on admet que l'ovaire des Composées est formé de deux carpelles (et il faut l'admettre, comme l'ont suffisamment démontré les recherches de M. Warming sur la nature morphologique de l'ovule (2), et comme le confirme l'examen de la distribution des faisceaux fibro-vasculaires dans l'ovaire et dans le style), on est amené à comparer le tissu conducteur des Composées avec celui des ovaires bicarpellés dans d'autres familles.

L'analogie entre la formation du tissu conducteur et la place qu'il occupe sur les bords carpellaires constitués en placenta, dans ces dernières plantes et dans les Composées probablement aussi, analogie qui se déduit de ce rapprochement, montre clairement que les bandelettes des Composées sont le tissu conducteur et le produit d'une création nouvelle (1).

---

(1) Cassini (COMPOSÉES ou SYNANTHÉRÉES *Dict. des sc. nat.*, 1818, vol. X, p. 131) dit que l'ovaire typique des Composées lui semble être triloculaire, triovulé. Il serait uniloculaire par suite de l'avortement des cloisons.

(2) E. Warming, *De l'ovule* (*loc. cit.*).

Les bandelettes se prolongent jusqu'à la base de l'ovule et permettent au boyau pollinique d'atteindre aisément le micropyle (2).

Les bandelettes ne résultent pas de l'accollement de deux centres de formation distincts, comme on le trouve dans l'immense majorité des cas.

Quelques Scrofularinées forment également leur tissu conducteur par dédoublement successif des cellules épidermiques au moyen de cloisons tangentielles. Ce mode de formation est très-visible dans le *Buddleia globosa* (pl. 21, fig. 1).

Au sommet de l'ovaire, et avant leur accollement complet, les deux placentas présentent sur une coupe transversale un arrangement en séries radiales très-marqué du tissu conducteur qui les revêt, bien que cette division tangentielle ne se soit pas encore établie sur l'épiderme du placenta, dans le milieu à peu près de la loge ovarienne. En cet endroit, le tissu conducteur a une épaisseur de trois assises de cellules, dont la première, l'épiderme, reste claire, tandis que les deux assises sous-jacentes sont remplies d'un protoplasma granuleux et dense qui les différencie du parenchyme fondamental sous-jacent à méats intercellulaires.

La multiplication de l'épiderme est dans ce cas plus tardive que dans les exemples précités.

Ce mode de formation du tissu conducteur n'est pas général dans la famille des Scrofularinées. Dans l'*Antirrhinum* et le *Verbascum*, par exemple, le tissu conducteur se forme par prolification du périblème accompagnée de multiplication des cellules épidermiques par des cloisons radiales seulement. —

---

(1) R. Brown (*On Compositæ, loc. cit.*) : « I consider the two cords as occupying the place of two parietal placentæ, each of these being made up of two » confluent chordulæ, belonging to different parts of the compound organ. »

(2) Decaisne, *Ann. scienc. nat.* 2e série, 1834, vol. I, p. 16, tab. 1, B, fig. 5-6.

Il semble du reste que les différences que l'on peut constater dans le mode d'origine du tissu conducteur, soit qu'il dérive d'une multiplication exclusive de l'épiderme, soit que le périblème y prenne part, ont leur raison d'être et répondent à un but déterminé.

Dans une seule plante, le *Fagelia bituminosa* (Papilionacée), j'ai trouvé les deux principaux modes de formation du tissu conducteur réunis.

Le tissu conducteur se forme sur le placenta exclusivement par multiplication d'une zone de cellules sous-épidermiques; plus tard, quand il est déjà complétement développé, on voit apparaître, dans le canal stylaire, des cloisons tangentielles isolées dans l'épiderme conducteur.

b. Tissu conducteur formé par la prolification de cellules sous-épidermiques.

Ce mode de formation est de beaucoup le plus répandu. Le tissu conducteur se forme dans ce cas par une multiplication restreinte de certaines cellules sous-épidermiques du placenta, sans que l'épiderme se multiplie autrement que par des cloisons radiales, qui lui permettent de suivre le développement périphérique du style.

Le tissu conducteur acquiert par cela une autonomie qui le range parmi les métablastèmes, et qui permet de regarder les plantes dans lesquelles cette formation a lieu, comme les plus avancées dans la série sous ce rapport, puisqu'il n'y a plus emprunt physiologique exclusif de l'épiderme. Ce mode de constitution du tissu conducteur se rencontre dans des plantes de familles très-éloignées et d'organisation florale très-différene.

C'est dans les Orchidées, les Saxifragées, les Ribésiacées, les Silénées et les Euphorbiacées, que l'on trouve des exemples de cette formation bien caractérisés.

L'ovaire des Orchidées résulte de la réunion de trois carpelles, dont les bords infléchis forment le placenta. Dans une coupe transversale à travers un ovaire très-jeune du *Fernan-*

dezia acuta, et avant que les ovules soient encore ébauchés, on voit que les placentas forment trois cordons proéminents, divisés chacun par une rainure médiane correspondant à la ligne d'accollement. De chaque côté des mamelons placentaires doubles se forme, par division de la première couche sous-épidermique, le tissu conducteur très-caractéristique (pl. 18, fig. 17). Les cellules mères de ce tissu se distinguent aisément du reste du parenchyme fondamental par leur contenu plus dense et plus granuleux, ainsi que par l'absence de tout méat intercellulaire. Ces derniers existent dans le parenchyme fondamental adjacent. Les séries cambiales juxtaposées, qui prennent naissance de la sorte, sont très-caractéristiques et rappellent le mode d'origine du tissu. Plus tard, lorsque les cloisons tangentielles se sont établies dans un certain nombre de cellules du périblème, et quand les cellules filles ont acquis un certain développement, des cloisons radiales, comme on le voit très-bien sur une coupe transversale dans le placenta du *Phajus grandifolius* (pl. 18, fig. 18) et du *Fernandezia*, s'établissent en nombre suffisant pour que tout le tissu puisse suivre l'accroissement de l'ovaire dans la direction opposée.

Dans l'ovaire très-jeune, les premières divisions des cellules mères du tissu conducteur apparaissent très-près des deux mamelons placentaires. Il reste ainsi localisé dans tout l'ovaire, même quand celui-ci a acquis son développement complet. Plus haut, vers le style, le tissu conducteur s'étend jusqu'à ce qu'il tapisse tout le pourtour du canal stylaire.

Dans l'*Ornithidium densum*, les cloisons tangentielles sont beaucoup moins fréquentes que les cloisons radiales; de sorte que, finalement, le tissu conducteur se trouve composé de trois assises de cellules, l'épiderme compris; mais toutes ces cellules sont de dimensions très-petites. Il en est de même dans l'*Epidendron ciliare*.

Au fur et à mesure que le périblème se divise, l'épiderme se cloisonne radialement et souvent un grand nombre de ois, comme on le voit dans les *Fernandezia*, *Phajus* et *Ornithidium*.

Le tissu conducteur des Orchidées peut acquérir une grande épaisseur. De deux ou trois assises de cellules qu'il a dans l'*Ornithidium densum*, l'épiderme compris, il peut acquérir, dans le style du *Phajus grandifolius*, jusqu'à neuf et dix assises de cellules. Il en est de même dans l'*Ærides suavissimum*, le *Cypripedium Rœzlii*, l'*Epidendron ciliare*, etc.

Le gynécée du *Saxifraga ligulata* est formé de deux carpelles qui forment, par la réunion à la base de leurs bords, un ovaire biloculaire. C'est sur ces bords carpellaires, constitués en placenta, que naît le tissu conducteur, comme dans les Orchidées, par bipartition répétée de la première couche sous-épidermique, au moyen de cloisons tangentielles, suivies bientôt de cloisons radiales (pl. 18, fig. 16).

Il en est de même dans le *Ribes aureum* qui possède un ovaire uniloculaire résultant de l'accolement des bords des deux carpelles (pl. 18, fig. 15 et 15 *a*).

La formation du tissu conducteur est très-remarquable dans le *Lychnis dioica*. L'ovaire de cette plante est formé par la réunion de cinq feuilles carpellaires dont les bords s'infléchissent et se soudent en une colonne centrale d'où naissent les ovules. L'ovaire est ainsi divisé en cinq loges, quand on l'examine à un état très-jeune, tandis que plus tard, quand les ovules sont complétement développés et prêts à être fécondés, l'ovaire paraît uniloculaire et à placentation centrale, par suite de la résorption des cloisons ovariennes. Avant que les ovules soient encore ébauchés et avant que les bords carpellaires se soient solidement unis en une colonne centrale, le tissu conducteur se forme sur les parois de la cloison ovarienne encore intacte et dans chacun des angles que forme la cloison avec les mamelons placentaires (pl. 19, fig. 2, *x*, *y*). Chaque cloison est de la sorte le siége de deux centres de formation du tissu conducteur différents et opposés. La formation du tissu conducteur est la même que celle du *Saxifraga* et du *Ribes* : il prend naissance dans la première couche sous-épidermique et au niveau du sommet de l'angle formé par la cloison et le mamelon placentaire. Les deux centres de formation sont séparés par une traînée de parenchyme fondamental dont les éléments se distinguent de ceux du tissu conducteur en voie de formation par leur disposition irrégulière, tandis que les derniers sont disposés en séries cambiales perpendiculaires à l'axe de la cloison.

Au fur et à mesure que le tissu conducteur se développe, il se forme des trachéides à l'intérieur de la traînée du parenchyme fondamental qui est restée intacte entre les deux centres de formation. En même temps, les cellules de la cloison qui sont le plus près de la paroi ovarienne se chargent de gros cristaux d'oxalate de chaux (fig. 2, *oc*). On sait (1) que l'oxalate de chaux se dépose principalement dans les tissus qui ont perdu de leur utilité ou qui sont destinés à disparaître. Les cloisons disparaissent en effet, quand le tissu conducteur est presque complétement formé (suivant la figure *ab*, fig. 2). On trouve plus tard des vestiges de la cloison résorbée dans les restes des trachéides plongés dans un tissu clair et à gros éléments.

Pendant que les cloisons sont résorbées, le tissu conducteur éprouve un grand accroissement dans le voisinage de l'insertïon des ovules, de sorte que finalement les séries cambiales dont il se compose, et qui étaient perpendiculaires à la direction de la cloison, se trouvent placées radialement par rapport au centre de l'ovaire et divergent en éventail. Les cellules épidermiques de la région de la cloison sous laquelle s'est établi le tissu conducteur se sont alors transformées en de longues papilles dans lesquelles est plongée l'extrémité micropylaire de l'ovule. Ces papilles proviennent exclusivement des cellules épidermiques.

L'ovaire du Violier (*Cheiranthus Cheiri*) est composé normalement de deux carpelles qui se sont réunis par leurs bords. Dans un ovaire très-jeune et avant la formation du mamelon ovulaire, il n'y a aucune trace de cloison ; mais, dans un âge plus avancé, il se forme une cloison particulière qui divise l'ovaire en deux loges et qui s'étend de l'un à l'autre des deux placentas pariétaux. D'après Payer (2), il se forme en tout deux placentas formant autant de lames qui se portent vers le milieu de l'ovaire et se soudent. M. Duchartre (1) admet au contraire « qu'il y a toujours, dans ce qu'on nomme la cloison des Crucifères, deux lames s'étendant parallèlement d'un bord à l'autre du fruit, tantôt libres sur toute leur étendue...., tantôt unies l'une à l'autre dans leur portion moyenne, etc. »

---

(1) J. Vesque, *Anatomie de l'écorce* (*Ann. sc. nat.*, 6ᵉ série, p. 114).

(2) B. Payer, *Traité d'organogénie comparée de la fleur*. Paris, 1857, p. 213.

Sans vouloir approfondir cette question, d'ailleurs si intéressante, mais dont le sujet ne rentre pas dans le cadre de ce mémoire, qu'il nous suffise de constater que, pendant que les lames se constituent en cloison en soudant leurs extrémités libres, le tissu conducteur se forme dans la première couche sous-épidermique de l'extrémité de chaque demi-cloison (pl. 20, fig. 4, *tc*). Pendant que le tissu conducteur prend un développement considérable et embrasse environ la moitié de la longueur de la cloison entière, le reste du tissu de la cloison devient spongieux. Une légère échancrure des deux côtés du milieu du tissu conducteur indique la ligne suivant laquelle les moitiés de cloison se sont soudées (pl. 20, fig. 4, *a* et pl. 21, fig. 8) (2).

Enfin, le mode de formation du tissu dont nous venons de parler se rencontre encore d'une manière très-caractéristique sur le placenta de l'*Euphorbia Myrsinites*, de l'*Antirrhnum majus*, du *Reseda alba*, du *Cestrum roseum*, du *Lonicera Standishii*, du *Medinilla speciosa*, etc.

En considérant l'ensemble des modifications que présente la formation du tissu qui nous occupe dans les différentes plantes, on remarque que ces modifications peuvent être rangées en une série ascendante suivant des degrés de perfectionnement différents.

En premier lieu, c'est l'adaptation d'un certain nombre de cellules épidermiques dans le canal stylaire, puis le nombre des éléments du tissu épidermique augmente, et c'est tout le pourtour du canal stylaire qui se constitue tissu conducteur. Le nombre des éléments de ce tissu, et par conséquent son volume, ne suffisant plus ensuite, la nature ne se contente pas d'un emprunt physiologique, elle a recours à une création nouvelle : l'épiderme se multiplie tangentiellement. Enfin on arrive au degré le plus avancé de la série : le métablastème se forme dans le périblème.

---

(1) P. Duchartre, *Note sur une monstruosité de la fleur du Violier* (*Ann. sc. nat.*, série 5^e, V, 13, p. 334).

(2) D'après Payer (*loc. cit.*, p. 211), il se forme dans le *Tetrapoma barbaræifolia*, à l'intérieur de la corbeille formée par quatre carpelles naissants, quatre cordons placentaires qui se prolongent au delà pour former les stigmates, et se soudent en bas en divisant l'ovaire en quatre loges.

Dans le *Crambe maritima*, dont l'ovaire est composé de deux loges superposées, la cloison placentaire ne descend pas dans la loge inférieure.

Le tissu conducteur issu d'une multiplication tangentielle de l'épiderme et d'une multiplication des cellules plus profondes du périblème a bien la valeur d'un métablastème, dans le sens de M. Celakovsky et tel que l'a défini M. Warming (1). Ainsi constitué, il appartient à une formation d'origine exogène, ayant la même valeur morphologique que la plupart des glandes nectarifères des fleurs. Leurs propriétés sont d'ailleurs très-voisines.

La profondeur à laquelle se forment les métablastèmes est généralement en rapport avec les fonctions et le développement postérieur de ces organes naissants (2).

Cette règle, qui est applicable aux métablastèmes en général, l'est particulièrement au tissu conducteur. Comme celui des Composées, par exemple, où il n'a qu'à suffire au développement d'un nombre restreint (d'un seul à la rigueur) de boyaux polliniques, il n'est pas d'un volume considérable, et le métablastème ne se forme que dans l'épiderme. Il en est de même pour les Borraginées, où toutefois une zone de cellules plus considérable prend part à sa formation.

Cependant, dans quelques Labiées où le tissu conducteur acquiert un développement considérable, qui a même pour effet d'oblitérer le canal stylaire, il prend naissance exclusivement d'un métablastème issu de l'épiderme, tandis que, dans d'autres plantes où le tissu est très-développé, le métablastème prend naissance dans le périblème ou mésophylle carpellaire. On voit en effet que c'est dans les plantes telles que les Orchidées, les Saxifragées, les Ribésiacées, etc., chez lesquelles le métablastème procède du périblème, que le tissu conducteur acquiert son plus grand développement.

---

(1) Voy. E. Warming, *Die Blüthe der Compositen* in *Botan. Abhandl.* de Joh. Hanstein, 1876, vol. III, H. 2, p. 79.

(2) Voy. E. Warming, *loc. cit.*, p. 78.

On peut donc poser en principe que, plus le tissu conducteur doit être volumineux, plus les cellules initiales du métablastème se trouvent plongées profondément dans le parenchyme fondamental.

Les différences dans le nombre des cellules qui concourent à former le tissu conducteur, et qui en déterminent le volume, paraissent être en rapport avec le nombre des ovules qui doivent être fécondés.

Dans les ovaires monomères ou polymères, en effet, qui ne contiennent qu'un nombre restreint d'ovules (*Polygala*, *Mahonia*, *Rubus*, *Corylopsis*, Renonculacées, etc.), le tissu conducteur ne dérive pas d'un métablastème, et le nombre des éléments qui le constituent est relativement petit; tandis que dans les ovaires qui portent un grand nombre d'ovules, comme ceux des Orchidées, des Campanulacées, du *Lychnis*, etc., le tissu conducteur s'établit dans le périblème, s'adjoint l'épiderme ou se constitue sur une plus grande étendue du placenta.

Il existe, pour une raison plus directe, une relation entre le développement, l'étendue et le volume du tissu conducteur, et le nombre des boyaux polliniques qui s'insinuent dans l'ovaire.

Des considérations d'ailleurs analogues peuvent s'appliquer au vrai stigmate, qui n'est que la terminaison supérieure du tissu conducteur dans le style.

Les premières traces du tissu conducteur se rencontrent généralement au niveau de l'insertion de l'ovule placé le plus bas dans la loge ovarienne. C'est alors le seul épiderme dont les éléments sont chimiquement modifiés, et qui, plus bas, perd également ce dernier caractère distinctif du tissu conducteur. Dans certains cas, cependant, où le boyau pollinique arrive au micropyle par un chemin détourné, le tissu conducteur s'établit également au-dessous du niveau de l'ovule inférieur.

Il en est ainsi dans certaines plantes à placentation libre, telles que les *Primula*, où le boyau pollinique, d'après une observation de M. Duncan (1), longe d'abord la paroi de l'ovaire jusqu'à sa base, pour remonter ensuite par le placenta libre et féconder les ovules.

La formation du tissu conducteur est basifuge, c'est-à-dire qu'il commence à se différencier du reste du parenchyme fondamental dans l'ovaire, et qu'il gagne ensuite le style et le stigmate, au fur et à mesure que ceux-ci acquièrent leur développement complet.

Les premières divisions des cellules mères du métablastème commencent généralement à se former de bonne heure, avant que l'ovule soit encore ébauché sur le placenta.

Ces divisions ne sont jamais aussi nombreuses sur le placenta dans l'ovaire que dans le style; de sorte que, dans le voisinage des ovules, le tissu conducteur n'acquiert pas autant d'épaisseur que dans le style.

CHAPITRE II.

TISSU CONDUCTEUR DANS L'OVAIRE.

Pour avoir une idée complète de la disposition typique et caractéristique du tissu conducteur et de ses rapports avec les différentes parties des carpelles, il faut l'examiner dans son état le plus simple, rechercher son origine et suivre son développement pour voir les différentes relations dans lesquelles il est entré avec les tissus environnants, et pour reconnaître les transformations qui l'ont atteint postérieurement.

---

(1) Duncan, *On the Development of the Gynæceum and the Method of impregnation in* Primula vulgaris (*Linn. Soc. Journ.*, 1873).

Le placenta d'un ovaire simple, normalement développé, est double. C'est R. Brown qui, dans un travail remarquable (1) sur les rapports de position entre les lobes du stigmate et du placenta, a le premier appelé l'attention sur ce fait. R. Brown comprenait, sous le nom de *placenta*, l'organe qui avait à la fois pour fonctions de produire les ovules et de conduire le boyau pollinique, deux fonctions différentes et qui sont remplies par des tissus différents, dont l'un, le tissu conducteur, devient tout à fait autonome. C'est l'existence de ce tissu comme tissu spécial, que R. Brown semblait ignorer quand il dit (2) « que les bords carpellaires internes, qui portent en bas les ovules, remplissent plus haut les fonctions différentes, mais analogues jusqu'à un certain point, de stigmates. »

Il existe sur chaque carpelle deux centres de formation du tissu conducteur, différents et opposés comme le sont les placentas sur lesquels ils s'établissent. Ces deux centres de formation se voient le plus clairement dans les ovaires monomères, tels que ceux des *Rubus* (pl. 18, fig. 6 *x* et *y*), *Grevillea*, *Spiræa*, la plupart des Légumineuses, etc. Au sommet de l'ovaire, les deux centres s'élargissent, *confluent* en formant un tissu plein, ou bien tapissent tout le pourtour d'un canal stylaire ; leur nature double apparaît plus haut sur le stigmate, dont la forme en est généralement déterminée.

Dans les ovaires polymères, résultant de la réunion d'un plus ou moins grand nombre de carpelles, on retrouve presque toujours la même duplicité d'origine du tissu conducteur, avant et après la réunion intime des bords carpellaires. Elle est surtout facile à voir dans les ovaires à placentation franchement pariétale.

Dans les *Ribes*, par exemple, où l'ovaire est constitué par deux carpelles qui réunissent leurs bords en deux cordons placentaires proéminents, mais non confluents, le tissu conducteur procède en entier de quatre centres de formation symétriquement opposés et correspondant à autant de placentas (pl. 18, fig. 15 *a*, 1, 2, 3, 4.) Il en est de même dans le *Glaucium fulvum*, par exemple, dont l'ovaire est également composé de deux carpelles, et dans les Orchidées, où il entre trois carpelles dans la formation du pistil.

---

(1) R. Brown in Horsfield, *Plantæ javanicæ rariores*, p. 105 et seq. ; et *Ann. sc. nat.*, 2e série, XIII, p. 170.

(2) *Loc cit.*, p. 193.

Les choses ne sont pas différentes dans les ovaires à placentation axile. Celle-ci n'est, du reste, qu'un état plus avancé de la placentation pariétale et ne sert qu'à caractériser un type extrême, puisque non-seulement on rencontre des ovaires à placentation intermédiaire plus ou moins éloignée d'un type extrême, mais encore parce qu'on trouve, dans certains ovaires, les deux placentations réunies, la placentation axile à la base de l'ovaire, par suite de la soudure des placentas opposés très-rapprochés, la placentation pariétale dans le sommet de l'ovaire par insuffisance d'accolement des placentas. Il en est ainsi dans le *Pittosporum sinense*, le *Prismatocarpus perfoliatus*, le *Solanum glaucophyllum*, etc.

La double origine du tissu conducteur peut, dans quelques cas rares (*Lychnis*), contribuer à déterminer le nombre des placentas qui entrent dans la formation de la colonne axile qui subsiste après la résorption des cloisons ovariennes.

Le nombre des centres de formation du tissu conducteur ne peut être déterminé facilement que dans les ovaires très-jeunes, parce que, dans les ovaires plus âgés, ce tissu envahit une plus grande étendue du placenta. Souvent aussi les centres de formation opposés se sont réunis et soudés, de sorte que le tissu conducteur tapisse uniformément et en couches d'égale épaisseur une grande étendue du placenta, avant de s'étendre davantage, et de garnir tout le pourtour de la partie supérieure de l'ovaire, comme on le voit dans les *Gesneria elongata*, *Forsythia suspensa*, *Buddleia globosa*, etc. La confluence des centres de formation se fait par la soudure des deux épidermes du tissu conducteur. Toute distinction entre épiderme et parenchyme sous-jacent disparaît alors dans une même fonction (1).

Quand le tissu conducteur de création nouvelle ne se constitue pas sur le placenta à l'endroit où s'insèrent les ovules, mais un peu plus haut, à l'endroit où commence le canal stylaire, comme cela arrive chez les Borraginées et les Labiées, la double origine du tissu peut cependant être constatée sur les bords carpellaires avant que le tissu ne soit entré dans le style.

Dans les plantes qui ne forment pas leur tissu conducteur d'un métablastème, mais d'une simple différenciation des cellules épidermiques et du parenchyme fondamental, le tissu constitué de la sorte acquiert généralement une égale épaisseur sur les deux bords du carpelle dans l'ovaire, et témoigne, de la sorte sa double origine.

Dans tous les cas, cette structure disparaît dans le style, où tout le tissu est uniformément et symétriquement réparti. Ce n'est généralement que sur le stigmate que l'on peut constater les rapports de position du tissu conducteur avec les placentaires, ainsi que le nombre des centres de formation du tissu en rapport avec le nombre des carpelles qui entrent dans la formation de l'ovaire.

La double origine du tissu conducteur ne peut pas être démontrée pour un certain nombre de plantes dont les rapports du placenta avec le stigmate sont plus compliqués ou moins immédiats. Ainsi, les ovaires à placentation centrale libre, tels que ceux des Primulacées, des Théophrastées, etc., ont leur tissu conducteur établi sur le pourtour des parois ovariennes et du placenta; il n'y a pas de localisation, et partant pas de centre de formation.

Dans l'ovaire des Composées, chaque bandelette se forme par le cloisonnement tangentiel *simultané* de l'épiderme sur une certaine étendue de la paroi ovarienne. On ne peut donc pas distinguer deux centres de formation (1). Dans un pistil très-jeune déjà, la paroi n'accuse aucune ligne d'accolement ni de soudure. L'épiderme des deux carpelles, d'où résulte le tissu d'accolement, a acquis la valeur du parenchyme fondamental.

---

(1) Les tissus d'accolement sont très-fréquents dans les différents organes de la fleur. On les trouve à tous les degrés, depuis l'accolement tardif et peu stable jusqu'à l'accolement congénère et ayant acquis la qualité de tissu autonome, comme celui qui provient de la soudure des carpelles des Composées. L'accolement incomplet produit souvent des effets physiologiques remarquables, comme par exemple dans la fleur de beaucoup de Protéacées.

Localisation du tissu conducteur dans l'ovaire.

Le rôle mécanique du tissu conducteur consiste à mettre le boyau pollinique en relation avec le micropyle de l'ovule. Ce rôle est partout rempli de la manière la plus simple et la plus économique par rapport à la structure et à la position des autres organes de l'ovaire.

Cependant il existe des perfectionnements progressifs qui tendent à assurer d'une manière plus ou moins parfaite l'arrivée du boyau pollinique à sa destination. Toutes les modifications qui se présentent dans l'arrangement du tissu conducteur sont en relation avec la placentation, la position et la nature des ovules.

L'étendue du tissu conducteur dans l'ovaire est beaucoup plus grande dans les ovaires à placentation pariétale qui portent un grand nombre d'ovules anatropes dressés jusqu'à la base de la loge ovarienne, comme dans beaucoup d'ovaires monomères, que dans les ovaires à placentation pariétale qui renferment quelques ovules anatropes pendants, dont le micropyle est par conséquent bien plus près de la base du style que celui des ovules pendants orthotropes ou anatropes dressés. Il en est de même des ovaires uniovulés dont l'ovule est orthotrope dressé. Le micropyle de cet ovule est alors situé juste en face de la base du style.

Dans la plupart des cas, il n'existe aucune disposition particulière du tissu conducteur pour faciliter l'introduction du boyau pollinique dans le micropyle, sauf sa localisation sur le placenta dans le voisinage immédiat du funicule de l'ovule. Dans ce cas, le boyau pollinique a encore à parcourir un espace libre plus ou moins étendu avant d'atteindre le micropyle, de sorte qu'on ne peut supposer que son introduction dans le micropyle soit un phénomène purement mécanique et déterminé par des causes physiques. Il y a là un phénomène physiologique non déterminé qui engage le boyau pollinique à dévier de son chemin pour atteindre son but, comme le font certaines zoospores qui s'agitent dans le zoosporange afin d'en percer la paroi en un point déterminé.

---

(1) Chaque bandelette ne résulte donc pas de la confluence de deux placentas opposés, comme l'avait supposé R. Brown. (Voy. la note de la page 227.)

a. Placenta lisse.

On peut considérer comme une des dispositions les plus simples pour assurer l'arrivée du boyau pollinique dans le micropyle celle où le tissu conducteur est localisé dans le voisinage du funicule des ovules, sans que l'épiderme s'élève en papilles (pl. 20, fig. 2, *tc*). Les ovules sont alors généralement portés sur un funicule peu élevé, de sorte que le micropyle n'est qu'à une faible distance du tissu conducteur. Des exemples nombreux de cette disposition se trouvent dans les plantes à pistil monomère : Protéacées, Renonculacées, Papilionacées, etc., ou semi-monomère, *Vinca*, *Saxifraga*, etc., ou polymère : Hippocastanées, *Medinilla*, *Solanum*, *Fabiana*, et quelques Orchidées (*Phajus*, *Ærides*), etc.

Les ovules des Crucifères sont portés sur un long funicule, de sorte que le micropyle est éloigné du placenta, tandis qu'il est au contraire presque appliqué contre le tissu conducteur qui s'est développé sur la fausse cloison de l'ovaire (pl. 20, fig. 7). Le boyau pollinique a de la sorte à parcourir un chemin relativement beaucoup plus court que si le tissu conducteur se trouvait à la base du funicule.

b. Placenta papilleux.

Le tissu conducteur du placenta s'élève souvent en papilles plus ou moins saillantes qui en augmentent considérablement la surface. Les papilles peuvent être simples, si les cellules épidermiques seules se développent, ou bien composées, si une partie plus ou moins grande du tissu sous-jacent prend part à la formation des excroissances papilleuses.

Papilles placentaires simples. — Cette disposition du tissu conducteur sur le placenta ne diffère de la précédente qu'en ce que les cellules épidermiques se sont soulevées en papilles ne dépassant pas une certaine longueur. Les exemples en sont fréquents. Les cellules sont très-peu proéminentes dans les *Asclepias* (placenta rempli de cristaux d'oxalate de chaux), *Azalea*, *Ribes*, *Buddleia*, *Reseda*, etc. Elles sont plus saillantes dans l'*Hypericum perforatum*, le *Mahonia Aquifolium*, le *Pittosporum sinense* (pl. 19, fig. 3 et 4) et les Papavéracées. Dans le *Pittosporum*, tout l'ovaire trimère est ainsi tapissé de papilles très-serrées, dans lesquelles sont enfouis les ovules suspendus, anatropes et portés sur un long funicule. La plupart des plantes dont le tissu conducteur sur le placenta est ainsi pourvu de papilles ont des ovules anatropes dont le micropyle est assez près du placenta.

Dans le *Cypripedium Roezlii* (Orchidée), le tissu conducteur du placenta, composé de très-petits éléments à parois épaissies, présente deux espèces de cellules épidermiques : les unes sont très-petites, comme les éléments du tissu conducteur, les autres sont plus développées et s'élèvent en papilles.

Parmi les dispositions étrangères au tissu conducteur et qui facilitent l'arrivée du boyau pollinique dans le micropyle, il faut compter d'abord la formation d'un mamelon plus ou moins développé qui entoure souvent en forme de manchon toute la base du funicule. D'autres fois une ou plusieurs assises de cellules superficielles appartenant à la partie ventrale du funicule s'élèvent en papilles et servent à conduire le boyau dans le micropyle. Quelques Papilionacées nous offrent cette dernière disposition.

Dans le *Dracæna elegans* (pl. 19, fig. 11, *f*, *c*), la face ventrale du funicule est occupée par une émergence en forme de disque formé par un tissu mou et papilleux dont l'épaisseur peut atteindre jusqu'à six assises de cellules. Cette espèce d'écusson funiculaire se retrouve également dans le *Yucca*, où l'une des cornes est engagée dans le micropyle : d'après des observations de M. Vesque, cette disposition se retrouve dans la plupart des Liliacées. Le funicule du *Stylidium adnatum* (pl. 19, fig. 12 *a*) est entouré à sa base d'une collerette de papilles qui aident probablement le boyau pollinique à atteindre le micropyle, relativement éloigné du placenta papilleux. A la base du funicule du *Jasminum nudiflorum*, il existe une bosse de tissu mou remplissant sans doute des fonctions analogues.

Toutes ces dispositions ont pour but de raccourcir le chemin libre que le boyau pollinique est forcé de parcourir, en lui offrant un point d'appui, comme le tampon conducteur des Borraginées et des Labiées, quoique le tissu constituant ces mamelons ou ces papilles ne relève pas du tissu conducteur lui-même et ne soit qu'une simple modification de certaines cellules du funicule.

Enfin le tissu conducteur lui-même forme quelquefois dans le voisinage du micropyle et à la base du funicule un mamelon très-proéminent et qui atteint parfois les bords des téguments de l'ovule, sans s'y unir, comme l'avait supposé Aug. Saint-Hilaire, qui admettait un double point d'attache chez les ovules des Polygonées, des Scléranthées, des Chénopodées et des Amarantées. Brongniart, au contraire, ne voyait avec raison, dans cette disposition du tissu conducteur, que le résultat d'un intime entre les téguments et les papilles (1).

Le tissu conducteur forme un mamelon à la base du funicule dans l'*Abelmoschus Rosa sinensis* (pl. 19, fig. 13 et 14 *a*). Dans cette plante, le tissu conducteur occupe l'axe de l'ovaire par suite de la soudure, sur toute leur surface des bords des cinq carpelles, en formant une étoile à cinq branches dont les extrémités aboutissent à la base des funicules et s'y élèvent en dix proéminences papilleuses d'un tissu délicat et mou (fig. 13, *tc*).

Plus bas, dans l'ovaire, le tissu conducteur se localise sur les parties latérales des bords carpellaires soudés (fig. 15, *tc.*) et le centre de l'axe est occupé par du parenchyme fondamental avec des méats intercellulaires remplis d'air (fig. 15, *pf*).

Une disposition analogue du tissu conducteur se rencontre dans le *Geranium macrorrhizon*, le *Scilla sibirica*, le *Cestrum roseum*, etc.

---

(1) Voy. Brongniart, *loc. cit.*, p. 244.

Quelquefois le tissu conducteur ne s'étend pas jusque sur le placenta : il forme alors au-dessus de l'ovule une espèce de cordon descendant par lequel le boyau pollinique, en suivant verticalement son chemin, arrive directement au micropyle. Cette disposition se trouve en effet particulièrement caractéristique dans quelques pistils à ovules anatropes pendants, ou à ovules orthotropes dressés, de telle sorte que le micropyle est opposé à la base du style et de la terminaison du tissu conducteur. C'est ainsi que, dans les *Daphne*, le micropyle, tourné vers la base du style, est recouvert d'un volumineux pinceau de poils agglomérés descendants, procédant du tissu conducteur. Mirbel a constaté que, dans le *Statice*, le tissu conducteur s'applique comme un bouchon sur le micropyle, où il reste même après la fécondation (1).

Brongniart (2) a trouvé le tissu conducteur en relation plus ou moins directe avec le micropyle dans le Ricin, *Phytolacca decandra*, *Basella rubra*, *Daphne Laureola*, *Hibiscus syriacus* et les Cucurbitacées, etc. Dans cette dernière famille, les émergences formées par le tissu conducteur sont plus ou moins développées, et assurent inégalement bien l'arrivée du boyau pollinique au micropyle.

On peut considérer comme formant des *papilles composées* le tissu conducteur du placenta de certaines Orchidées, telles que l'*Epidendron ciliare*, l'*Ornithidium densum*, etc., à l'état le plus développé de ce tissu. Dans l'*Epidendron*, en effet, le tissu conducteur forme, sur le placenta et à la base des funicules, des émergences séparées entre elles par des sinus plus ou moins profonds, d'où résultent des papilles composées (pl. 22, fig. 2).

c. Placenta tomenteux.

J'appelle *placenta tomenteux*, celui qui est tapissé à sa surface par un tissu conducteur dont les éléments épidermiques se sont développés en poils mous, flexibles, soyeux et plus ou moins longs.

Il n'existe aucune limite tranchée entre les papilles et les poils, à moins qu'on ne veuille rappeler les fonctions souvent différentes des unes et des autres. Nous appellerons *papilles* des poils très-courts, et *poils*, des papilles très-développées. Cependant nous pouvons admettre cette classification des placentas au point de vue du tissu conducteur qui les revêt, quoiqu'elle ne permette pas de tracer une limite exacte. Elle sert seulement à séparer des types extrêmes et à désigner un type intermédiaire.

---

(1) Voy. J. Sachs, *Traité de botanique*, trad. franç., p. 663.

(2) Voy. Brongniart, *loc. cit.*, p. 244.

Les poils et les papilles se trouvent réunis dans le pistil de l'*Ornithidium densum :* le placenta y est occupé latéralement par le tissu conducteur qui forme des papilles composées, et la partie ventrale du carpelle est revêtue de poils très-développés qui sont très-flexibles et enchevêtrés (pl. 20, fig. 2 *a*).

Dans le *Syringa vulgaris*, les ovules sont insérés à la partie supérieure de la loge ovarienne. Ils sont anatropes et pendants. Le placenta développe au-dessus de l'insertion des funicules une pelote de tissu conducteur s'élevant en poils, qui sont en communication immédiate avec le micropyle, qu'ils recouvrent comme d'une espèce de coussinet.

Une disposition tout à fait analogue existe dans l'*Euphorbia Myrsinites*. Les ovules anatropes pendants sont surmontés de véritables coussinets de tissu conducteur qui recouvrent le micropyle (1) (pl. 19, fig. 8, *cm*, et fig. 7, *tc*, en coupe transv.). L'épiderme de ce tissu s'élève en de longs poils tortueux, enroulés, enchevêtrés, et qui pénètrent même à travers l'exostome et l'endostome, jusqu'à venir toucher le nucelle (*n*), dont le sommet est largement recouvert par les téguments.

Le tissu conducteur du placenta des Aroïdées s'élève en poils plus ou moins développés, qui sécrètent souvent un mucilage abondant, remplissant tout l'ovaire d'une gelée amorphe abondante (2). Ils concourent, d'après M. Van Tieghem (3), à la formation de la pulpe de quelques fruits bacciens, ainsi qu'au transport du boyau pollinique. On y rencontre souvent un cristal prismatique, très-allongé et très-mince. P. Parlatore (1) a le premier tiré de la position de ces poils des caractères pour la distinction des genres.

---

(1) L'*Obturateur* de M. Baillon, *Étude gén. du groupe des Euphorb.*, 1858, p. 167.

(2) Voy. Decaisne, *Mém. sur le Gui*, p. 39, 1840.

(3) Voy. Van Tieghem, *Structure des Aroïdées* (*Ann. sc. nat.*, VI, p. 86.)

Ces poils sont très-développés dans le *Spathophyllum cannæfolium*. Ils peuvent être simples ou bifurqués, uni- ou pluricellulaires, mais il n'y a pas plus de trois cellules superposées. Ils contiennent un plasma granuleux creusé de grandes vacuoles, avec un nucléus arrondi ou ovalaire, accolé à la paroi et renfermant un nucléole. Les poils disparaissent peu à peu dans le canal stylaire.

Dans le *Philodendron cordatum*, les poils sont moins développés, mais ils se forment également sur le long funicule qui supportedes ovules orthotropes situés en dehors du prolongement de son axe (pl. 19, fig. 16).

Les cellules épidermiques du tissu conducteur du *Lychnis dioica* s'élèvent en poils longs et flexueux qui entourent complétement le micropyle. Les centres de formation du tissu conducteur sont en effet situés juste en face du micropyle.

Enfin, le tissu conducteur du placenta du *Convolvulus althæoides* porte des poils pluricellulaires très-développés et entortillés. Ces poils n'existent qu'à la base de l'ovaire, dans la région de l'insertion des funicules. Les ovules sont dressés, anatropes et insérés à la base du placenta.

d. On peut compter également, parmi les dispositions qui servent à assurer l'action du boyau pollinique, la structure particulière de certains ovules. C'est ainsi que le sac embryonnaire de l'ovule des *Santalum* crève le sommet du nucelle, sort et rampe le long du nucelle pour aller à la rencontre du boyau pollinique. Une structure jusqu'à un certain point analogue s'observe chez le *Torenia asiatica* et le *T. Fournieri*, dont le sac embryonnaire, très-développé, fait saillie hors des téguments de l'ovule, et épargne ainsi au boyau pollinique le soin de pénétrer dans le micropyle (2).

---

(1) Voy. Parlatore, *Flora italiana*, vol. II, 1857, parte 2ª.

(2) D'après une communication verbale que M. Treub a faite au Congrès de botanique de Paris en 1878, on voit, chez certaines Orchidées, le filet suspen-

Les différentes dispositions que l'on rencontre dans l'ovaire à l'effet de faciliter l'accomplissement du rôle du boyau pollinique peuvent se résumer dans le tableau suivant :

A. Localisation du tissu conducteur près du micropyle. — *Placenta lisse.* Ex. : α. Protéacées, etc. ; β. Crucifères.

B. *Placenta papilleux.* — Tissu conducteur s'élevant en papilles.
  1. Papilles simples.
    α. Position des ovules et longueur du funicule.
    β. Mamelon funiculaire. Ex. : *Dracœna, Stylidium.*
    γ. Mamelon formé par le tissu conducteur à la base du funicule. Ex. : *Abelmoschus.*
    δ. Cordon conducteur descendant. Ex. : *Statice.*
  2. Papilles composées. Ex. : *Epidendron ciliare.*

C. *Placenta tomenteux.* — Tissu conducteur s'élevant en poils.
  1. Coussinet micropylaire. Ex. : *Euphorbia Myrsinites.*
  2. Sécrétion de mucilage. Ex. : Aroïdées.
  3. Poils simples. Ex. : *Convolvulus althæoides.*

D. Sac embryonnaire saillant en dehors de l'ovule. Ex. : *Santalum, Torenia.*

Changements qui s'opèrent dans le contenu et dans les parois des éléments du tissu conducteur sur le placenta.

Que le tissu conducteur prenne naissance d'un métablastème ou non, on observe toujours une différenciation de ses éléments de ceux du parenchyme sous-jacent.

Quand un certain nombre de cellules se chargent seules du rôle de tissu conducteur, leurs éléments acquièrent des propriétés particulières qui font reconnaître ce tissu comme tel, quoique l'on ne puisse pas dans tous les cas constater directement ses rapports avec le boyau pollinique.

Les éléments du tissu conducteur sur le placenta sont toujours remplis d'un protoplasma granuleux et dense que l'iode colore en brun foncé. Le tissu en devient parfois, comme dans le *Saxifraga*, tellement opaque, que la limite du côté du parenchyme fondamental est très-tranchée.

---

seur de l'embryon se porter hors du micropyle, et venir se mettre en communication avec le placenta ou le tissu conducteur. Celui-ci étant rempli d'amidon, on comprend qu'il puisse alimenter l'embryon par l'intermédiaire du filet suspenseur, comme il a alimenté le boyau pollinique.

D'autres fois on voit se former dans les cellules du tissu conducteur une matière d'apparence huileuse, très-réfringente, comme dans l'*Hypericum perforatum*, où cette matière est d'une belle couleur jaune d'or, ou dans le tissu conducteur du *Solanum*, dont les cellules sont remplies d'une gouttelette d'huile sans granulations, ainsi que dans le *Viola*, l'*Euphorbia*, etc.

Le tissu conducteur du placenta est rempli de grains de chlorophylle dans le *Verbascum vernale*, et de chlorophylle amorphe dans le placenta du *Cestrum roseum*. On trouve également de gros grains d'amidon dans les poils du placenta du *Convolvulus althæoides*. Ces grains, qui sont parfois agglomérés, sont suspendus dans un plasma aqueux. Dans les poils du *Lychnis dioica*, il y a des grains d'amidon très-petits, qui augmentent de diamètre dans les cellules plus profondes du tissu conducteur. Les poils du *Lychnis* contiennent en outre un nucléus ovalaire avec un petit nucléole, lesquels se colorent en brun par l'iode, ainsi que les traînées de protoplasma.

Les parois cellulaires des éléments du tissu conducteur sur le placenta s'épaississent le plus souvent, se collenchymatisent, ce qui est un commencement de gélification. Cet épaississement, peu prononcé dans quelques plantes, telles que *Papaver hybridum*, *Lonicera*, *Asclepias*, etc, acquiert une plus grande importance dans d'autres, telles que le *Verbascum vernale*, par exemple, où les parois des cellules profondes sont légèrement épaissies aux angles seulement, tandis que toute la paroi externe des cellules épidermiques l'est fortement, de manière à former des sortes de papilles massives. Cette paroi est composée de couches alternativement plus ou moins denses, qui dessinent des plis parallèles et qui sont recouvertes par une cuticule mince, non gonflée (pl. 19, fig. 6, *a*). Brongniart (1) a remarqué, à propos du *Nuphar luteum*, qu'à l'époque de l'imprégnation, c'est-à-dire quelques jours après la floraison, le tissu conducteur qui recouvre les parois internes des loges est recouvert par une membrane mince, séparée des cellules du tissu conducteur lui-même par des granules assez nombreux, absolument comme les cellules du stigmate sont séparées de leur épiderme. Ces granules sont les produits de la gélification de la couche moyenne de la paroi cellulaire.

---

(1) Voy. Brongniart, *loc. cit.*, p. 246.

L'effet physiologique, normal dans ces cas, peut être obtenu facilement en laissant une coupe de tissu conducteur non complétement développé séjourner, par exemple, suffisamment longtemps dans de l'eau pure ou additionnée de potasse. Les parois se gonflent alors démesurément. On remarque dans le tissu conducteur du *Grindelia* (Composée) qu'un court séjour dans l'eau a pour effet de gonfler beaucoup plus le parenchyme fondamental du placenta que les parois du tissu conducteur (pl. 19, fig. 10 *f*), tandis que dans la potasse, les parois de ce dernier se gonflent davantage et font ressembler le tissu conducteur à du collenchyme.

La gélification partielle ou totale des parois du tissu conducteur est beaucoup plus prononcée dans le style et sur le stigmate, pour des raisons qui sont probablement en rapport avec le mode d'imprégnation de ce dernier.

CHAPITRE III.

TISSU CONDUCTEUR DANS LE STYLE.

Passage du tissu conducteur de l'ovaire dans le style. — Formation du tissu conducteur plein.

Le style qui surmonte le carpelle ,et qui porte à son extrémité supérieure le stigmate qui reçoit l'imprégnation du pollen, peut être creux à l'intérieur, quand il est arrivé à son développement complet, ou bien rempli par un tissu généralement lâche et mou.

Dans le premier cas, il existe *un canal stylaire*, et dans le second il y a un tissu conducteur *fermé* ou *plein*.

Les ovaires à placentation franchement pariétale sont le plus souvent terminés par un style creux, de sorte que la cavité ovarienne communique directement avec l'extérieur. Cette disposition existe également dans beaucoup de plantes à placentation axile et centrale ; seulement, dans ce cas, la cavité de l'ovaire ne communique souvent pas avec celle du style par un canal simple.

Zuccarini (1) déjà avait appelé l'attention sur la trifurcation du canal stylaire dans le *Fourcroya*, l'*Agave* et la plupart des Liliacées.

Dans le *Dracæna*, le canal stylaire est simple dans le style très-long qui surmonte l'ovaire trimère. Avant de déboucher dans la cavité ovarienne, le canal se trouve divisé en trois canaux étroits, par suite de la soudure par accolement des extrémités des bords carpellaires, qui sont engagés alors comme une espèce de cône dans la partie inférieure du canal stylaire simple (pl. 20, fig. 12, *cs*).

Chacun des trois canaux débouche dans une loge de l'ovaire devenu triloculaire, et permet aux boyaux polliniques d'y pénétrer. A cet effet, l'épiderme de la paroi s'élève en une, deux ou trois papilles volumineuses, arrondies, et qui obstruent presque complétement l'étroit canal (pl. 20, fig. 14).

Ces papilles renferment un plasma finement granuleux, avec un noyau arrondi et un nucléole ; leurs parois sont très-minces et elles ressemblent à des vésicules embryonnaires.

En coupe longitudinale, on voit que les papilles sont disposées en une, deux ou trois séries parallèles qui s'appuient sur un tissu mou, de deux ou trois rangées de cellules très-longues et séparées par des cloisons obliques, un des caractères distinctifs du tissu conducteur dans le style.

L'ovaire octomère du *Philodendron cordatum* forme huit loges dont chacune est desservie par un canal étroit, de sorte que le style est parcouru par huit canaux disposés en cercle et qui aboutissent supérieurement dans l'embouchure du stigmate (pl. 20, fig. 3, *a*). Le centre du style est occupé par le parenchyme *pf*, résultant de l'accolement des bords carpellaires ; il est rempli de cristaux d'oxalate de chaux. Les canaux sont tapissés par le tissu conducteur sous la forme de petites cellules à parois inégalement épaissies, qui passent insensiblement au tissu sous-jacent (pl. 21, fig. 2). Dans l'iode, certaines de ces cellules *a* se colorent fortement en brun foncé, tandis que les autres restent claires. Dans certains endroits, l'épaisseur de ce tissu n'est que de deux assises, dans d'autres il y a cinq assises. Les canaux descendent très-bas dans l'ovaire et débouchent dans la loge près de l'insertion des funicules. M. Behrens (1) a constaté dans le style du *Musa* une disposition du tissu conducteur qui semble se rattacher à celle-ci. Le style du *Musa* serait parcouru par huit ou neuf canaux particuliers entrecoupés de cloisons transversales, de sorte qu'ils forment des chaînes de cellules (*Zellstränge*) remplies de granules compactes, de mucilage et de tannin.

---

(1) Voy. Zuccarini, *Nova Acta*, XVI, II, p. 665. — Sachs, *Traité de Botan.*, trad. franç., p. 648.

Dans le style de l'*Æsculus* et du *Pavia* (Hippocastanées) dont la coupe transversale a la forme d'un triangle, on trouve à chaque angle un canal qui se rend à une loge de l'ovaire.

Le canal stylaire du *Medinilla speciosa*, simple au sommet du style, se divise en quatre ou cinq canaux, suivant le nombre des loges de l'ovaire. Un des côtés de ce canal est revêtu comme dans le *Dracæna* d'un tissu conducteur à très-petits éléments serrés et saillants à l'intérieur de la cavité du canal.

Formation du tissu conducteur plein.

Quand, dans certaines plantes telles que les *Vinca*, *Solanum*, *Convolvulus*, etc., on fait, à des hauteurs différentes, des coupes à travers le style, on voit que celui-ci peut être creux en un endroit et plein en un autre.

Le tissu conducteur plein ne résulte, en effet, que d'une soudure plus ou moins étendue entre deux ou plusieurs centres de formation du tissu conducteur.

La formation du tissu conducteur est une production tardive secondaire, et tous les pistils présentent un canal stylaire avant la formation des placentas et des ovules.

---

(1) Voy. Beherens, *loc. cit.*, p. 22.

Les pistils monomères nous renseignent le plus clairement sur la formation du tissu conducteur plein.

Dans le *Rubus odoratus*, chaque bord carpellaire est le siége d'un centre de formation du tissu conducteur. A l'entrée dans le style, les deux centres, qui ont acquis chacun la forme d'un demi-cercle en coupe transversale, se rapprochent et se soudent par leur épiderme en un tissu plein cylindrique, situé excentriquement à la base du style, mais qui ne tarde pas à gagner plus haut le centre du style pour y former un cylindre volumineux, entouré d'un parenchyme fondamental rempli d'oxalate de chaux.

Dans les Protéacées, la paroi ovarienne opposée au placenta et au tissu conducteur concourt à former le tissu conducteur plein du style.

Dans l'ovaire du *Grevillea*, par exemple, on voit le tissu conducteur, localisé dans l'angle interne des bords carpellaires, confluer à la partie supérieure de la cavité ovarienne (pl. 21, fig. 5), puis former un mamelon simple, *tc*, qui obstrue l'étroit canal, *b*, formé par le rétrécissement graduel du corps entier de l'ovaire, et finalement se souder à la paroi opposée dans toute son étendue (pl. 21, fig. 6). On remarque dans l'épiderme de cette paroi quelques divisions tangentielles, *a* (1).

Dans le *Banksia integrifolia*, ainsi que dans le *Manglesia cuneata* (pl. 21, fig. 10), le tissu conducteur se constitue de la même manière sans toutefois acquérir un développement aussi considérable (2).

---

(1) Ces divisions paraissent être assez fréquentes. J'ai pu constater leur présence dans d'autres plantes. (Voy. Warming, *De l'ovule*, *loc. cit.*, la note de la page 53.)

(2) Le tissu conducteur du *Banksia* est entouré d'un parenchyme fondamental composé de cellules sclérenchymateuses à lumen plus ou moins étroit, entremêlées de cellules treillissées. Cette structure donne au style une grande élasticité qui est en rapport avec le mode de fécondation de ces plantes. Les étamines, soudées imparfaitement entre elles dans toute leur étendue, retiennent la partie supérieure du style ,et, pendant que sa partie moyenne s'allonge considérablement, elle se recourbe en dehors et exerce, à cause de son élasticité, une forte pression sur les anthères soudées par leurs bords. M. Behrens (*loc. cit.*, p. 17) a signalé des dispositions analogues dans le pistil des *Musa* et des *Strelitzia*.

Le tissu conducteur plein du style du *Vinca* se constitue d'une manière un peu plus compliquée. Après que chaque carpelle, séparé à la base, s'est formé un tissu plein à l'instar de celui du *Rubus*, il va se réunir au carpelle opposé pour former un style simple. Cette réunion se fait par la soudure des deux faces en contact, de sorte que la zone de tissu, comprise entre les deux cylindres de tissu conducteur de chaque carpelle, se transforme également en tissu conducteur. Les deux cylindres séparés ne forment plus alors qu'un cylindre unique. Épiderme et parenchyme fondamental ont perdu leurs caractères distinctifs afin de remplir une même fonction. Les parois sont devenues épaisses, collenchymatoïdes.

Le tissu conducteur plein du *Saxifraga* se forme par le rétrécissement graduel du corps de l'ovaire jusqu'à disparition complète de la cavité ovarienne, qui se prolonge encore quelque peu dans la base du style.

Dans le pistil de l'*Heliotropium grandiflorum*, la ligne de séparation des deux placentas est encore très-visible au-dessus de la base du style (pl. 19, fig. 1). Dans le *Salvia scabiosæfolia*, les séries cambiales qui forment le tissu conducteur sont tellement régulières, au niveau de la formation du tissu conducteur plein, que la ligne de soudure est indiquée par l'alternance des files de cellules. Il en est de même dans le *Buddleia globosa* (pl. 21, fig. 1).

Enfin le tissu conducteur plein de beaucoup de plantes, telles que les *Geranium*, *Abelmoschus*, etc., se forme déjà dans l'ovaire, où les placentas sont réunis en une colonne axile dont le centre est occupé par le tissu conducteur. Ce dernier résulte ainsi de la soudure des bords carpellaires sur toute leur surface. Il était donc déjà formé avant la réunion des bords en une colonne axile.

Le tissu conducteur du style des Composées n'est pas toujours plein. Souvent les deux parois opposées du canal ne sont qu'accolées et non soudées, de sorte qu'il reste toujours une étroite fissure entre les deux bords. Cette fissure s'élargit plus haut et forme un canal stylaire plus large (pl. 21, fig. 11).

Il y a donc à distinguer entre tissu conducteur *plein* et tissu conducteur *fermé*, selon que les bords du canal stylaire sont soudés entre eux ou simplement accolés.

Dans les styles à tissu plein, le stigmate est généralement sans cavité; dans les styles fermés au contraire, le canal stylaire s'élargit souvent en entonnoir au niveau du stigmate.

Remarquons enfin que le canal stylaire ne se trouve pas oblitéré par le gonflement du tissu conducteur, mais par la prolification de celui-ci.

Les différentes manières d'être que présente le tissu conducteur par rapport à l'absence ou à la présence du canal stylaire peuvent être résumées dans le tableau suivant :

a. Style d'ovaire monomère pourvu d'un canal stylaire incomplet, ou rainure conductrice. Ex.: Renonculacées, Hamamélidées.
b. Ovaire monomère et style à canal stylaire complet. Ex.: Papilionacées.
c. Ovaire monomère à tissu conducteur plein, absence de canal. Ex.: Protéacées, *Rubus*.
d. Ovaire polymère à canal stylaire simple. Ex.: Iridées, Borraginées.
e. Ovaire polymère à canal stylaire divisé. Ex.: Liliacées, *Medinilla*.
f. Ovaire polymère à tissu conducteur plein. Ex.: Saxifragées, Labiées.

Toutes les différences qui existent entre les pistils qui sont pourvus d'un canal stylaire plus ou moins étendu et plus ou moins complet, et les pistils qui ont un tissu conducteur plein, semblent être en relation avec les variations morphologiques de la feuille carpellaire (1).

(1) On pourrait expliquer ces différences, en admettant que, par exemple, dans les pistils à canal stylaire incomplet, les bords carpellaires se sont infléchis beaucoup plus pour former l'ovaire qu'ils ne se sont infléchis pour former le canal stylaire, d'où résulte la non-soudure des bords le long du style et du stigmate ; tandis que, dans l'ovaire monomère à canal stylaire, les bords carpellaires sont soudés dans toute la longueur du pistil.

Le pistil polymère nous présente alors les mêmes dispositions pour chaque carpelle pris séparément, de sorte que le pistil *polymère* à canal stylaire simple est au pistil *monomère* à canal stylaire incomplet, comme le pistil *polymère* à canal divisé est, jusqu'à un certain niveau du style, au pistil *monomère* pourvu d'un canal stylaire.

La division du canal stylaire des pistils polymères n'existe jamais dans toute la hauteur du style.

Il serait, du reste, d'un grand intérêt d'étudier comparativement la morphologie des feuilles et des organes de la fleur.

Quand, d'une manière générale, on parle du tissu conducteur, on le caractérise toujours par les propriétés chimiques et physiques de ses éléments. Ces propriétés sont d'ailleurs le plus souvent tellement différentes de celles des tissus environnants, qu'elles suffisent à le caractériser.

Le tissu conducteur n'acquiert toutes les propriétés qui le rendent apte à conduire le boyau pollinique qu'à l'époque de l'imprégnation du stigmate, et quelquefois beaucoup plus tard. Les différences que l'on trouve dans la constitution finale du tissu conducteur dans le style sont généralement celles que l'on remarque sur le placenta. Le cas le plus simple est celui de l'adaptation de l'épiderme : le contenu cellulaire de l'épiderme devient granuleux, dense et peu réfringent, caractères du protoplasma d'une active vitalité (1).

Le tissu conducteur du *Crocus luteus*, composé d'une ou de deux assises de cellules, présente cette particularité, qu'il est pour ainsi dire mécaniquement renforcé par une membrane très-étendue, plissée selon les irrégularités de développement de la paroi du canal stylaire, et qui en occupe le centre en formant une étoile à trois bras. Je n'ai pu constater son mode d'origine; mais je crois que c'est la cuticule de l'épiderme du tissu conducteur qui s'est complétement détaché, d'autant plus que sa surface est parsemée de petites irrégularités.

Dans la plupart des plantes, les parois cellulaires des éléments du tissu conducteur augmentent considérablement d'épaisseur. Il apparaît alors généralement sur la paroi épidermique une couche externe moins réfringente : la cuticule. Cette couche devient surtout très-manifeste, quand on met la coupe dans de la potasse étendue.

L'épaississement des parois est considérable dans la rainure conductrice des Renonculacées. Le tissu conducteur y acquiert toutes les apparences d'un véritable collenchyme.

---

(1) M. Behrens, qui a observé ce cas dans le *Pirola rotundifolia*, hésite à élever l'épiderme, même pourvu de courtes papilles, au rang de tissu conducteur. Dans le *Fumaria major*, où il n'y a même pas de papilles, j'ai vu le boyau pollinique traverser le canal stylaire en s'attachant à la paroi. Je n'ai pu constater, dans aucun des pistils que j'ai examinés à ce sujet, l'absence du tissu conducteur. S'il n'y avait pas toujours un tissu de création nouvelle, le tissu conducteur était cependant toujours représenté physiologiquement.

Le tissu conducteur du canal stylaire du *Deherainia smaragdina* Dcne (Théophrastée) est remarquable. Il est composé à la base du style de cinq à huit assises de cellules, qui ont des parois très-épaissies et qui renferment de la chlorophylle (pl. 20, fig. 9). Elles sont recouvertes par une rangée de cellules épidermiques *e*, dont les parois radiales, peu épaissies dans leur moitié inférieure, s'épaississent brusquement et deviennent collenchymatoïdes. Ces cellules sécrètent un mucilage abondant, ferme et peu granuleux, *a*, qui remplit presque complétement le canal stylaire, et dans lequel on rencontre, à un moment donné, un grand nombre de boyaux polliniques, *bp*. Près du stigmate, les cellules épidermiques ne diffèrent des éléments sous-jacents que par leurs dimensions.

La sécrétion du mucilage est, du reste, assez fréquente. Dans le canal stylaire du *Fagelia*, du *Symphytum echinatum*, ce mucilage est très-granuleux et peu compacte; le boyau pollinique n'y trouverait pas un point d'appui exclusif.

Quand, dans un canal stylaire, le tissu conducteur est très-volumineux, il peut, dans certains cas, se comporter comme le tissu conducteur plein ou fermé, c'est-à-dire que le boyau pollinique ne suit plus les bords du canal stylaire, mais pénètre à l'intérieur du tissu, grâce aux modifications qui se sont produites dans les parois des cellules gélifiées.

C'est ce qu'on remarque dans le *Gesneria elongata*. La paroi mitoyenne des cellules du tissu se gélifie, de sorte que les cellules semblent être plongées dans une « substance intercellulaire » (pl. 23, fig. 5). Les parois latérales des cellules épidermiques sont très-peu gonflées, et la paroi externe ne l'est pas du tout. Les cellules du tissu conducteur de cette plante sont remplies d'amidon en grains.

Les papilles et les poils très-développés que porte le placenta de quelques pistils disparaissent souvent dans le canal stylaire, et inversement.

Les cellules épidermiques du canal stylaire de l'*Euphorbia*

Myrsinites ne s'élèvent pas en longs poils, comme dans l'ovaire. Le tissu conducteur est volumineux dans le style ; les parois des cellules sont épaissies, et quelques-unes de ces dernières sont remplies d'une matière opaque et granuleuse. Par suite du développement irrégulier du tissu, il s'est formé des bosselures et des plissements auxquels on peut appliquer le nom de papilles composées.

Un exemple plus net de papilles composées nous est fourni dans le canal stylaire du *Reseda alba* (pl. 20, fig. 8). Les papilles composées du canal stylaire se trouvent jusque sur le stigmate.

La présence de papilles simples dans le canal stylaire est beaucoup plus fréquente. Ces papilles se rencontrent à tous les degrés, depuis un léger soulèvement de la cellule épidermique jusqu'à la formation de longs poils.

Dans l'*Asclepias*, la loge ovarienne de chacun des deux carpelles séparés à la base se rétrécit supérieurement en un canal étroit qui va s'unir au canal du carpelle opposé dans un style simple. Les papilles peu élevées qui revêtent ce canal ont des parois très-minces et sont remplies d'amidon ainsi que le tissu environnant.

Le canal stylaire du *Forsythia suspensa* est tapissé de papilles irrégulièrement développées et pourvues de parois très-minces.

Dans le *Polemonium*, les papilles sont plus développées, quoique peu nombreuses ; elles s'enchevêtrent dans le canal de manière à l'obstruer presque complétement.

Le canal stylaire du *Spathophyllum* est tapissé de longs poils qui se perdent dans la partie supérieure et sont remplacés par des papilles de moins en moins élevées, jusqu'à disparaître complétement sur le stigmate.

Enfin le canal stylaire du *Glaucium fulvum* est garni de poils insérés par une base très-rétrécie sur une large cellule épidermique ; le sommet des poils est très-dilaté et tourné vers la base de l'ovaire, tandis que dans l'ovaire les papilles sont dirigées de bas en haut, direction opposée à celle des ovules, qui sont anatropes dressés. La base étroite des poils est obstruée à une certaine époque par une huile opaque très-dense.

Dissociation du tissu conducteur.

Les cellules qui composent le tissu conducteur ne restent pas toujours accolées l'une à l'autre en formant un tissu compacte et sans solution de continuité. Souvent les éléments du tissu conducteur qui tapisse un canal stylaire se détachent sur une plus ou moins grande étendue de leur surface et produisent un tissu très-lâche dans lequel les cellules sont, ou bien réunies dans une gelée provenant des parois mitoyennes gélifiées des cellules, ou bien ne tiennent au reste du tissu que par une petite surface de leur paroi.

Le décollement des cellules procède toujours d'une gélification des parois mitoyennes.

Le tissu conducteur se dissocie à la base du canal stylaire du *Cestrum roseum* (pl. 20, fig. 5) ; dans le voisinage du stigmate, le tissu devient fermé, puis plein.

La dissociation du tissu est très-avancée dans les *Begonia incarnata*, *Medinilla speciosa*, etc. Les cellules dégagées remplissent le canal stylaire au milieu d'un mucilage granuleux provenant des parois gélifiées (pl. 22, fig. 6 et 8). Elles sont pourvues d'une paroi propre, plus épaisse que celle des éléments du tissu resté compacte au bord du canal.

La dissociation est moins manifeste dans l'*Antirrhinum*, le *Prismatocarpus*, le *Convolvulus*, etc.; mais elle est très-remarquable dans le canal stylaire des Orchidées.

Le canal stylaire de la plupart des Orchidées a la forme d'une étoile à trois branches (en coupe transversale).

Le tissu conducteur, dans le canal stylaire d'un pistil d'Orchidée très-jeune, est formé par des cellules très-serrées : exemple, *Epidendron ciliare* (pl. 22, fig. 2, *tc*). Au fur et à mesure qu'il se développe, ce tissu se creuse de méats intercellulaires de plus en plus larges. Le contenu des cellules devient en même temps très-dense, opaque et granuleux, et les parois cellulaires s'épaississent considérablement, surtout dans les angles (pl. 22, fig. 3, *a*).

Les méats intercellulaires s'agrandissant de plus en plus, les cellules finissent par s'allonger considérablement dans un sens en s'aplatissant dans l'autre, et, quand le tissu est devenu finalement tout à fait lacuneux, les cellules ne tiennent ensemble que par leurs extrémités quelque peu renflées (pl. 22, fig. 4) (1).

Cette dislocation est encore plus avancée dans le *Phajus grandifolius* (pl. 22, fig. 5), où les cellules ne se relient que par une pointe très-ténue, *a*, véritable isthme formé par la paroi très-amincie. Les méats intercellulaires semblent disposés dans un certain ordre ; ils se trouvent séparés tangentiellement par une rangée, radialement par deux ou trois rangées de cellules, et, dans le premier sens, l'alternance de méats et de rangées de cellules peut se répéter jusqu'à cinq fois.

Le tissu conducteur est moins disloqué dans l'*Aerides suavissimum*, mais il l'est davantage dans le *Cymbidium aloifolium*, l'*Ornithidium densum*, le *Cypripedium Rœzlii*, etc. Dans cette dernière plante, les éléments du tissu conducteur, cellules polygonales, déprimées, anguleuses, ne laissent plus reconnaître aucune disposition en tissu.

Il semble que ces cellules sont prises dans une gelée très-diluée, provenant de la gélification de la couche mitoyenne des parois. Le passage du tissu conducteur au parenchyme sous-jacent n'est pas brusque ; les cellules extrêmes du tissu conducteur contiennent des cristaux d'oxalate de chaux sous forme d'enveloppe de lettre.

Ce passage est plus brusque dans l'*Epidendron ciliare*.

Dans la plupart de ces plantes, la paroi externe de l'épiderme du tissu conducteur laisse apercevoir trois couches différentes de consistance et de pouvoir réfringent : une couche interne dense et réfringente (c'est celle qui entoure les cellules après la dissociation), une couche moyenne très-gonflable par les réactifs (c'est elle qui se gélifie), et enfin une couche externe plus opaque, dense et qui peut être la cuticule. Dans certaines

---

(1) Voy. R. Brown, *Observ. on Fecund. in Orchid. and Asclep.* (in *Transact. of Linn. Soc.*).

Orchidées, telles que le *Sophronitis*, l'*Epidendron*, etc., cette cuticule se détache du reste de la paroi (pl. 22, fig. 10, *a*), s'avance dans le canal stylaire jusqu'à toucher la cuticule de la paroi opposée également détachée. Elle reproduit, comme dans le *Crocus luteus*, toutes les circonvolutions et les plissements du tissu conducteur. Cet effet est probablement obtenu par suite de la gélification de la couche moyenne qui soulève alors la cuticule rendue visible à cause de son opacité. Je n'ai cependant pas pu voir les granulations ou les débris de la paroi qui accompagnent souvent cette gélification. Sur certains points, la couche moyenne semble ne pas s'être gonflée, de sorte que la cuticule forme des arcades nombreuses.

Dans le canal stylaire du *Phajus*, l'étroite fente qui sépare les deux parois opposées du tissu conducteur lacuneux est remplie d'un mucilage granuleux (pl. 22, fig. 5, *m*).

Dans les pistils pourvus d'un canal ouvert, le boyau pollinique ne trouve pas de résistance à vaincre dans sa descente vers l'ovaire; mais il n'en est pas de même dans les pistils pourvus d'un tissu conducteur plein ou fermé. Le boyau pollinique ne saurait y pénétrer, si les cellules ne subissaient des changements indiqués dans la consistance de leurs parois (1).

On reconnaît par des coupes transversales faites dans le tiers supérieur de la longueur du style, qu'à ce niveau le tissu conducteur plein ou fermé occupe presque toujours le centre du style. Plus bas il devient excentrique, en rapport avec le mode de placentation.

Le passage du tissu conducteur au parenchyme fondamental est rarement brusque (*Cheiranthus*, pl. 21, fig. 9, *pf*; *Saxifraga*, *Banksia*, etc.). Le tissu conducteur se relie ordinairement au parenchyme fondamental par des cellules de moins en moins épaissies, ou bien il existe autour du cylindre du tissu conducteur (*Pittosporum*, *Geranium*, pl. 22, fig. 7 ; *Hibiscus*, etc.) une gaîne, *a*, de plusieurs cellules fortement comprimées et aplaties radialement. Comme le gonflement du tissu conducteur plein, *c*, est accompagné d'une augmentation de volume considérable, les cellules de la gaîne, disposées en rangées régulières, sont quelquefois comprimées jusqu'à extinction complète de leur lumen.

---

(1) MM. Reisseck et Karsten (*Nova Acta*, XXI, 1844, p. 467, et *Botan. Zeitung*, 1849, p. 36) disent avoir obtenu le développement du boyau pollinique dans différents tissus végétaux, par exemple dans le parenchyme des Pommes de terre, dans la tige creuse du *Caltha palustris* et du *Dahlia*, dans le pseudo-tissu d'un *Mucor*, etc. Spallanzani déjà (voy. *loc. cit.*, p. 395) avait proposé une expérience analogue sans connaître l'existence du boyau.

Les parois mitoyennes des cellules du tissu conducteur des *Hypericum*, *Buddleia*, *Salvia*, etc., sont gonflées considérablement. Dans le *Salvia* (pl. 21, fig. 13), la gelée, *b*, qui emprisonne les cellules est très-compacte et très-réfringente ; les cellules *c* sont petites et contiennent de nombreux grains d'amidon. On reconnaît parfaitement, même dans cet état, une disposition en séries cambiales, *a*, qui rappelle l'origine de ces cellules.

Dans le style du *Buddleia*, le tissu conducteur ne se distingue guère du parenchyme fondamental que par les dimensions plus réduites de ses éléments, le tout étant fortement collenchymatoïde (pl. 21, fig. 4 et 7).

Que la paroi mitoyenne des cellules se gélifie complétement ou incomplétement, celles-ci seront toujours plus ou moins dissociées et paraîtront indépendantes l'une de l'autre. Le réseau polygonal du tissu naissant disparaît et les cellules s'arrondissent.

La gelée formée par les parois cellulaires est souvent homogène ; d'autres fois sillonnée de bandes alternativement plus ou moins réfringentes (ex. *Sanguisorba*).

La présence de grains d'amidon n'est pas rare dans le tissu conducteur. Dans d'autres plantes, l'accumulation de chlorophylle amorphe et d'une huile ou matière grasse très-abondante dans les cellules du tissu conducteur rend l'observation exacte très-difficile sans l'aide de l'éther.

Il n'est pas rare de trouver dans le parenchyme fondamental, et au contact du tissu conducteur, une couche de cellules remplies de grains d'une matière colorante généralement carmin, violet ou bleuâtre (*Geranium macrorhizon*, *Azalea*, *Trachystemon orientale*).

Le tissu conducteur se présente ordinairement en coupe longitudinale sous la forme de cellules fibreuses très-délicates, lâchement unies, séparées par des cloisons horizontales, mais plus souvent obliques.

Dans quelques plantes (*Epidendron ciliare*, pl. 22, fig. 1), les cloisons sont tellement obliques, que les cellules ressemblent tout à fait à des fibres.

Il est rare de ne pas voir les éléments du tissu conducteur allongés dans le sens de l'axe du style (ex. *Cestrum roseum*, pl. 20, fig. 5; *Banksia*, etc.). Dans l'*Heliotropium*, ce tissu est, en coupe longitudinale, disposé en séries cambiales juxtaposées, régulières, comme dans une coupe transversale (pl. 24, fig. 5, *tc*).

En considérant l'ensemble des caractères que présente le tissu conducteur dans ses différentes manières d'être, on remarque qu'il y en a un certain nombre qui ne souffrent que des exceptions rares et qui sont assez générales pour qu'on puisse les considérer comme le critérium de ce tissu. Ces caractères nous sont fournis par le contenu des cellules, l'épaisseur de leurs parois, leur forme et souvent leur mode d'origine.

Le boyau pollinique traverse le style dans le tissu conducteur ou bien au contact de ses parois externes, en s'appuyant contre les parois des cellules non surélevées ou contre les papilles. Dans le tissu conducteur plein, la descente du boyau ne doit pas être plus difficile après la gélification des parois que dans le canal stylaire rempli de mucilage sécrété ou obstrué par un pseudo-tissu résultant de l'enchevêtrement des poils ou des papilles.

Quand, dans une coupe transversale (pl. 22, fig. 9), on rencontre un ou plusieurs boyaux polliniques, *bp*, cheminant dans la gelée du tissu conducteur plein, on remarque qu'à la suite de l'augmentation du volume, les cellules constitutives de ce tissu sont fortement comprimées, leur lumen s'est rétréci, et elles se sont flétries par suite de l'absorption de leurs matières emmagasinées par le boyau pollinique parasitaire qui, lui, est rempli d'un protoplasma dense, opaque ou bourré de grains d'amidon très-petits (1).

M. Strasburger (2) a signalé le cloisonnement que subit parfois le boyau pollinique dans le style. Il se forme alors une espèce de bouchon de cellulose qui obstrue complétement la cavité du boyau à différents niveaux. Ceci peut être observé facilement dans le canal stylaire du *Viola* (3).

CHAPITRE IV

TISSU CONDUCTEUR SUR LE STIGMATE.

« Le stigmate est un renflement ou une expansion de forme diverse qui retient les grains de pollen transportés à sa surface, et leur permet, grâce à l'humeur visqueuse qu'il sécrète, de développer leurs tubes polliniques (4). »

« Le stigmate forme le plus souvent, à l'extrémité du style, un renflement celluleux à surface papilleuse ou veloutée, qui devient même assez gros pour y constituer une sorte de tête, ce qui le fait alors appeler « capité » (*capitatum*). Chez d'autres plantes, il ne consiste que dans l'extrémité amincie du style (5). »

Il y a lieu de faire ici une distinction et de préciser. Le nom de *stigmate* s'applique, d'après les définitions précédentes, à toute extrémité de style quelque peu modifiée dans sa contexture et sa forme. On comprend ainsi, sous la dénomination de stigmate, des tissus morphologiquement et physiologiquement très-différents, dont les uns peuvent appartenir au parenchyme fondamental du style, les autres au système fibro-vasculaire, aux tissus épidermiques, et qui peuvent être des tissus primaires et secondaires.

---

(1) Voy. Radlkofer, *Die Befruchtung der Phanerogamen*, 1856, p. 14.

(2) Strasburger, *Befruchtung und Zelltheilung*.

(3) R. Brown a vu cette occlusion de la cavité du tube pollinique dans le canal stylaire des Orchidées (*On Fecund. in Orchid. and Asclep.*).

(4) J. Sachs, *Traité de botanique*, trad. franç., p. 637.

(5) P. Duchartre, *Éléments de botanique*, 2e édit., p. 685.

Nous n'appliquerons le nom de *stigmate* qu'au stigmate vrai, c'est-à-dire à cette partie du style qui est formée *exclusivement* par l'épanchement à la surface du tissu conducteur ; tandis que tout le reste des tissus adjacents qui ne servent qu'à assurer d'une manière plus ou moins complète l'imprégnation, seront désignés sous le nom d'*appareil collecteur*.

Cet appareil est diversement perfectionné et développé dans les différentes plantes, mais il est toujours en rapport avec le mode d'imprégnation du vrai stigmate. Son rôle, étudié chez un certain nombre de types (1), démontre que l'appareil collecteur est parfois seul à assurer l'imprégnation.

Du moment que nous aurons fait cette distinction importante au point de vue anatomique, nous pouvons examiner séparément ces parties, qui sont le plus souvent très-distinctes l'une de l'autre, si elles coexistent, mais dont l'une, l'appareil collecteur, peut faire défaut ou n'être représentée que très-imparfaitement.

a. Le stigmate proprement dit.

Le stigmate proprement dit est formé exclusivement par le tissu conducteur qui a pris naissance successivement sur le placenta, dans le style et sur le stigmate.

Le stigmate ne résulte donc, dans beaucoup de cas, que d'une simple différenciation de certaines cellules, soit de l'épiderme seul, soit de l'épiderme et du parenchyme fondamental.

Dans d'autres cas, plus nombreux, le stigmate résulte d'un tissu de création nouvelle.

D'après cela, il doit exister une relation intime entre la place qu'occupe le tissu conducteur sur le placenta et celle qu'il occupe sur les divisions du stigmate ou sur le sommet du style.

---

(1) Les travaux de Hermann Müller, F. Delpino, Ch. Darwin, Hildebrand, Fritz Müller, etc.

R. Brown (1) a appelé l'attention sur les corrélations qui existent entre les divisions du stigmate et la position des placentas, sans envisager le tissu conducteur comme un tissu indépendant et de création nouvelle.

Comme le placenta dans l'ovaire, ainsi le stigmate du style est double pour chaque carpelle. Il résulte diverses modifications du degré plus ou moins avancé de « confluence » des stigmates. Dans beaucoup de plantes polymères uniloculaires, le stigmate (2) est « capité » et ne présente pas de divisions dont le nombre soit en rapport avec celui des carpelles.

Les pistils uniloculaires polymères, ainsi que les pistils pluriloculaires, présentent le plus souvent des stigmates qui alternent avec les placentas confluents dans l'ovaire, et qui sont par conséquent superposés aux loges ou dans la direction de la nervure médiane de la feuille carpellaire.

Il y a des exceptions à cette règle dans le pistil des plantes de la famille des Crucifères. Dans une Crucifère, en effet, un des centres de formation du tissu conducteur d'un stigmate s'est réuni au centre de formation adjacent du stigmate opposé, de sorte que les lobes terminaux du style, au lieu d'alterner avec les placentas, leur sont opposés et alternent avec les loges, comme l'a observé R. Brown.

On acquiert facilement une idée des rapports des stigmates en examinant des fleurs monstrueuses. On voit alors chaque bord carpellaire des pistils, souvent béants, terminé par un petit mamelon simple qui représente un demi-lobe stigmatique des pistils normalement développés (3).

---

(1) R. Brown, *loc. cit.*

(2) Le stigmate capité d'un pistil polymère est composé, puisqu'il résulte de la confluence des stigmates de plusieurs carpelles.

(3) Voy. Duchartre, *Monstruosité de la fleur du Violier* (*Ann. sc. nat.*, sér. 5^e, t. XIII, fig. 2, pl. 1). — J. Peyritsch, *Ueber Bildungsabweichungen bei Cruciferen* (*Pringsh. Jahrb.*, VIII, 1872) : les figures de fleurs monstrueuses d'*Arabis alpina* et de *Sisymbrium*.

Les lobes du style sont également opposés aux placentas confluents et aux cloisons ovariennes, par conséquent alternants avec les loges de l'ovaire dans les *Papaver* et dans le *Parnassia* (1).

Une confluence pareille entre les centres de formation des stigmates est moins fréquente dans les ovaires polymères pluriloculaires. Elle existe cependant, d'après R. Brown, dans le plus grand nombre des Iridées, où chacune des trois branches du style alterne avec la loge ovarienne.

Le stigmate, même apparemment terminal, est latéral. Formé sur les bords carpellaires, il n'envahit pas la face du carpelle opposée à celle où il a pris naissance, c'est-à-dire la face carpellaire externe ou inférieure.

Quand le stigmate paraît être terminal, c'est que le sommet du carpelle s'est réfléchi de manière que le tissu conducteur occupe le sommet du style.

La position latérale du stigmate est facile à constater sur un grand nombre de plantes (ex.: les Labiées, Renonculacées, Butomées, et, d'après R. Brown, sur le *Tasmania*), où le stigmate s'étend quelquefois sur presque toute la longueur de l'ovaire.

Les différences morphologiques qui peuvent se rencontrer, soit dans le développement d'un nombre plus ou moins considérable de branches stigmatiques (généralement un multiple du nombre des carpelles), soit dans les rapports de position ou de connexion de ces branches, sont très-nombreuses.

Ce n'est pas ici le lieu de s'en occuper.

Le tissu conducteur plein peut se terminer supérieurement en un stigmate capité, ou bien se décoller suivant la ligne de soudure primitive, et former une espèce de réceptacle stigmatique qui, dans certaines plantes, telles que les Vandées (2), joue un rôle physiologique en ce qu'il retient les grains de pollen et favorise par cela l'imprégnation.

---

(1) R. Brown, *loc. cit.*, p. 197.

(2) Fed. Delpino, *Ulter. Osserv. sulla dicogamia nel Regn. veg.* Mil., 1875, et *Just. Jahresb.*, 1874, p. 181.

Quand le tissu conducteur plein forme une pelote compacte au sommet du style, il diverge ordinairement en éventail d'une façon très-régulière. Il est probable qu'il y a, dans ce cas, multiplication des éléments du tissu, parce que le volume en devient nécessairement beaucoup plus considérable.

On observe ceci dans les Primulacées, les *Stylidium*, *Passiflora*, *Brunfelsia eximia* et dans les Malvacées, etc. Dans cette dernière famille, le style, simple, résultant d'un ovaire composé polymère, se divise supérieurement en un certain nombre de branches dont chacune est terminée par un stigmate capité, et représente en coupe transversale la même disposition des tissus qu'une coupe transversale à travers le style simple.

Tandis que dans le *Passiflora* le tissu conducteur du stigmate capité semble déborder, dans le *Brunfelsia*, au contraire, la pelote est entourée d'un rebord élevé formé par le tissu environnant.

Avant d'aller s'étaler sur les branches du style, le tissu conducteur se décolle dans les *Geranium*, *Gesneria*, *Jasminum*, les Crucifères, les Protéacées, etc.

Généralement, le décollement est graduel, c'est-à-dire que les éléments de la région centrale du cylindre du tissu conducteur plein, de dimensions réduites au niveau de la soudure (à la base du style), acquièrent des dimensions de plus en plus grandes au fur et à mesure qu'on approche du stigmate, perdent leur contenu protoplasmique dense, et finalement se décollent.

Un exemple caractéristique de ce phénomène se trouve dans le pistil du *Syringa* et du *Cheiranthus* (pl. 21, fig. 9, *a*).

Les styles pourvus d'un canal stylaire ou d'un tissu conducteur fermé supportent un stigmate évasé généralement en godet de formes différentes.

Le stigmate du *Viola* se trouve sur les parois d'une vaste cavité que forme le sommet volumineux du style replié en capuchon. Le stigmate est représenté simplement par un tissu conducteur épidermique.

A l'intérieur de cette cavité, dont l'entrée est quelquefois bordée inférieurement d'un repli membraneux (1), on trouve quantité de grains de pollen en voie de germination et serpentant dans tous les sens.

La surface du stigmate proprement dit peut être lisse ou garnie de papilles. Les stigmates lisses paraissent être fécondés plutôt par les insectes (plantes entomophiles), tandis que les plantes pourvues de stigmates papilleux seraient plutôt anémophiles.

L'une et l'autre de ces dispositions sont modifiées par la plus ou moins grande perfection de l'appareil collecteur.

Le stigmate est lisse dans les *Euphorbia*, *Dehcrainia*, *Spathophyllum*, *Manglesia*, *Rivina brasiliensis*, etc.; la surface en est revêtue d'un réseau de cellules polygonales (pl. 23, fig. 9).

Dans le *Rivina*, les cellules épidermiques sont prismatiques, leurs parois radiales sont très-développées, et elles reposent sur du tissu à éléments polygonaux. Cette disposition de la couche externe du tissu conducteur sur le stigmate se rencontre assez fréquemment pour que M. Behrens (2) ait pu la distinguer spécialement par le nom d'épithélium prismatique (*Prismen Epithel*).

On la trouve principalement sur le stigmate lisse des Ombellifères. Sur le stigmate de l'*Azalea*, cet épiderme repose sur un tissu rempli de grains d'amidon et dont les deux premières couches contiennent une matière colorante carmin.

Le plus souvent le tissu conducteur du stigmate s'élève en papilles.

Les cas où la cuticule des parois des cellules épidermiques concourt à favoriser l'imprégnation en retenant le pollen, sont rares. On trouve sur beaucoup de stigmates lisses une mince cuticule qui n'est cependant d'aucun secours (ex. *Fœniculum*).

---

(1) Ce repli existe dans le *Viola tricolor* var. *vulgaris*, et manque dans la variété *arvensis* de la même espèce. D'après M. H. Müller, il y a hétérofécondation dans la première et autofécondation dans la seconde. (Voy. H. Müller, *Wechselbezieh. zu Blumen und Inseckten*. — Schenk, *Handbuch der Botanik*, I.)

(2) J. Behrens, *Untersuchungen über den anat. Bau des Griffels und der Narbe*, 1875.

M. Behrens (1) a trouvé sur l'épiderme du stigmate du *Veronica grandis* une cuticule développée en petites proéminences striées tangentiellement. D'après un dessin de M. Hildebrand, publié par le même auteur, l'*Anchusa italica* porte sur son stigmate des excroissances de la cuticule en forme de bouteille dont le col supporte un petit plateau à bords crénelés. M. Behrens a trouvé la même disposition dans beaucoup de Borraginées (ex. *Echium*).

Papilles stigmatiques simples.

Le stigmate le plus simplement construit est celui des Graminées et des Cypéracées (pl. 23, fig. 6). Il est formé par un certain nombre de cellules épidermiques qui revêtent un faisceau fibro-vasculaire axile, *fv*. Dans le *Cyperus alternifolius*, par exemple, les cellules épidermiques s'élèvent à leur moitié inférieure en un crochet contourné dont la pointe est dirigée en bas. Les grains de pollen *g* se prennent dans ces crochets et envoient leur boyau *bp* entre les cellules.

On trouve des papilles semblables sur les bandes stigmatiques du *Grindelia*, de l'*Helianthus*, etc.

Dans d'autres Composées, telles que le *Senecio*, les papilles des bandes stigmatiques affectent une forme semi-lunaire, parce que les extrémités latérales des cellules se sont surélevées, laissant une rainure au milieu.

La forme des papilles stigmatiques est très-diverse. Elles prennent souvent la forme d'une bouteille à col plus ou moins effilé (*Mahonia*, *Spiræa*, etc.) ; d'autres fois la forme en massue (*Syringa*, *Antirrhinum*, etc.), ou bien une forme cylindrique (*Polemonium*, *Salvia*, etc.).

Les papilles de beaucoup de plantes (*Convolvulus*, *Primula*, *Scilla*, *Trachystemon*, etc.) ont une forme capitée, c'est-à-dire que, s'élevant d'une large cellule épidermique, elles semblent étranglées en leur milieu et se terminent par une large tête.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 30.

Cette disposition est particulièrement favorable à la rétention des grains de pollen. La paroi des papilles du *Trachystemon* est plissée deux fois au sommet, ce qui leur donne l'aspect d'une couronne. Dans les papilles du *Convolvulus* on trouve des grains d'amidon disposés régulièrement le long de la paroi. L'angle formé par deux parois est occupé par un grain plus gros (pl. 23, fig. 20, *a*).

Les papilles stigmatiques du *Brunfelsia* sont pointues, à parois très-épaisses et noyées dans une huile très-abondante (1).

Le stigmate du *Polygala grandiflora* tapisse les parois d'une espèce de bourse appendiculée dont les parois externes sont revêtues des papilles de l'appareil collecteur, et dont les parois internes portent des papilles stigmatiques minces et remplies d'un plasma granuleux.

L'appareil stigmatique du *Grevillea* (pl. 23, fig. 7) a la forme d'un disque bilobé couvert d'huile, fendu longitudinalement par l'ouverture du stigmate et entouré d'un bourrelet *b* formé par le tissu du style. Une coupe transversale du sommet du style a la forme d'un conceptacle de *Fucus* (pl. 23, fig. 8). La fente stigmatique est tapissée de longs poils qui la débordent comme les *paraphyses*, et qui sont portés par un tissu conducteur *tc* à éléments très-petits, remplis de chlorophylle, ainsi que les poils et le parenchyme fondamental adjacent.

Le stigmate de l'*Abelmoschus Rosa sinensis* est recouvert de papilles qui passent aux poils et qui sont remplies abondamment d'une belle matière colorante carmin (2).

Le stigmate du *Philodendron cordatum* est tapissé sur toute sa surface de longs poils flexibles se colorant légèrement en carmin dans la potasse étendue. Ces poils sont mêlés çà et là de poils volumineux en massue dont le contenu se colore en brun par le même réactif.

---

(1) Il va sans dire que les propriétés physiques et chimiques du tissu conducteur, dans l'ovaire, le style et sur le stigmate, changent avec l'âge du pistil. Ce tissu n'aura acquis son plus grand développement que quand l'imprégnation du stigmate doit avoir lieu. C'est à cette époque qu'il présente les caractères que nous mentionnons.

(2) M. F. Wetterhan (*Flowering of the Hazel*, in *Nature*, vol. XI et XII) croit que la coloration rouge du stigmate pourrait être en rapport avec la pollinisation par les insectes. M. Herm. Müller fait remarquer que ceci ne peut pas être le cas pour des plantes anémophiles, mais que plutôt la coloration rouge, comme M. Strasburger l'a montré pour le *Larix* et d'autres Conifères, peut souvent être considérée comme l'effet de phénomènes chimiques de la végétation.

Les Renonculacées et les Crucifères ont des poils stigmatiques à parois épaissies.

Les poils stigmatiques des Papilionacées sont aciculaires. Dans ceux du *Stylidium adnatum* (pl. 23, fig. 13), on remarque un assez gros nucléus entouré de granules protoplasmiques et qui contient un ou deux petits nucléoles. Il est relié à la paroi cellulaire par de longs fils protoplasmiques *a*. Les parois des poils sont recouvertes d'une huile sécrétée en gouttelettes *h*, et le contenu clair des poils renferme des grains de chlorophylle.

On trouve fréquemment sur les poils stigmatiques une paroi différenciée nettement en plusieurs couches.

Quand, dans le *Lychnis*, on ajoute de la potasse étendue à la préparation, on voit sur toute l'étendue de la paroi, mais principalement à son sommet, une couche externe se gonfler fortement et se différencier d'une couche interne. C'est un phénomène de gélification provoqué par le réactif et qui montre qu'en cela les papilles ne diffèrent pas des autres éléments du tissu conducteur. Les papilles du *Lychnis* sont en outre remplies de grains d'amidon et d'amidon diffus : l'iode, en effet, colore le contenu cellulaire uniformément en violet et y laisse apparaître des grains d'amidon solide.

Les poils stigmatiques du *Glaucium* sont remarquables, non-seulement par la différenciation en trois couches, très-distinctes l'une de l'autre, de leur paroi cellulaire dont la moyenne se gonfle considérablement dans la potasse étendue, mais encore par leur contenu cellulaire. Comme dans les papilles du canal stylaire, en effet, on voit la base très-étroite des papilles obstruée par une huile très-dense et opaque se résolvant en une infinité de petites gouttelettes qui se dispersent dans le contenu clair, granuleux du sommet élargi du poil (pl. 23, fig. 14).

Hugo von Mohl (1) considérait comme rempli de liquide l'espace entre la couche externe de la paroi et la couche interne (*Papaver orientale*). Il est probable que ce liquide n'est autre chose que l'assise moyenne gélifiée de la paroi.

---

(1) *Vermischte Schriften : Ueber die Cuticula der Gewächse*, p. 266.

Il semble que dans le *Glaucium* il existe deux sortes de poils qui ont des fonctions différentes. Le boyau pollinique, en effet (pl. 23, fig. 15), s'accole de préférence aux poils qui sont remplis d'un plasma granuleux et peu réfringent, et non aux poils qui contiennent une grande quantité d'huile.

Dans l'*Hypericum perforatum* les parois des poils sont distinctement différenciées en trois couches. Lors de la germination du pollen, la couche moyenne est fortement gonflée, mais seulement sur le sommet du poil, où elle forme une espèce de calotte en étranglant légèrement le lumen du poil (pl. 23, fig. 16). Celui-ci est rempli d'un plasma granuleux et d'une matière colorante rose très-abondante. On peut considérer la couche externe de ces poils comme une cuticule.

M. Behrens (1) a trouvé une disposition analogue dans les papilles-poils du *Lysimachia punctata* et du *Melampyrum arvense*, où la paroi est divisée tangentiellement par une série de couches alternativement plus et moins denses, produisant l'effet d'une striation tangentielle.

M. Hildebrand (dans un dessin communiqué à M. Behrens) a montré que la membrane très-développée des papilles de l'*Hemerocallis fulva* est contournée à gauche, ce qui leur donne l'apparence d'une spirale.

La couche moyenne des papilles des *Philadelphus coronarius* et du *Dichorisandra ovalifolia*, fortement gonflée et gélifiée, se répandrait même, d'après M. Behrens, à l'extérieur sous forme de mucilage, par suite de la rupture circulaire de la couche cuticularisée externe qui couronne la papille comme un chapeau de Champignon en couronne le pied. Ce phénomène serait à rapprocher de celui qu'a observé H. von Mohl sur les papilles du *Papaver orientale* et cité plus haut.

On trouve assez souvent des papilles cloisonnées et des papilles unicellulaires sur le même stigmate (ex. *Papaver hybri-*

---

(1) *Loc. cit.*, p. 35.

dum). Dans les *Papaver*, il y a des papilles simples dont les unes ont un contenu très-dense, opaque et se colorant en brun par l'iode, tandis que les autres sont remplies d'un protoplasma clair, peu granuleux, et dans lequel on rencontre quelques grains d'amidon avec des plaques de matière colorante rose. Il y a un nucléus et un nucléole arrondis.

Dans une coupe transversale à travers le stigmate, on voit qu'il tapisse une fente étroite qui se prolonge inférieurement entre deux placentas contigüs et qui est obstruée par de longs poils entremêlés de mucilage qu'ils ont sécrété.

Il y a des papilles cloisonnées dans le *Lopezia hirsuta*, le *Forsythia suspensa* (avec granules de chlorophylle), etc. On rencontre des papilles pluricellulaires caractéristiques dans le *Geranium*. Les articles basilaires sont larges et arrondis ; les supérieurs sont minces, effilés et remplis d'un plasma granuleux et gras avec nucléus et nucléole (pl. 24, fig. 3).

Dans la potasse étendue, le sommet de la cellule terminale se différencie en deux couches sur une petite étendue, de sorte que la couche externe gonflée couronne le tout comme d'une calotte (pl. 24, fig. 2).

Papilles composées.

Quand elle est formée de plusieurs cellules juxtaposées, une papille est dite *composée*.

Les papilles pluricellulaires simples du *Pittosporum* sont entremêlées de papilles composées, à parois épaisses et à contenu dense et gras. Les papilles pluricellulaires paraissent articulées (pl. 23, fig. 17).

Les papilles composées sont très-développées dans le *Reseda alba*. Elles ont une membrane mince et sèche et un contenu verdâtre, dense et huileux.

Il n'entre qu'une cellule du parenchyme fondamental dans les papilles composées du *Passiflora* (pl. 23, fig. 19).

Les papilles composées du *Corylopsis* forment des bosses qui rendent la surface stigmatique très-inégale.

Enfin certaines Rosacées (*Rubus*, *Sanguisorba*, etc.) ont un stigmate lobé. Les lobes sont des émergences, dont les parois cellulaires sont minces dans un pistil jeune (pl. 23, fig. 10). Mais ces parois se gonflent dans les stigmates mûrs, et, lors de la germination du pollen, elles se résolvent en gelée, et empâtent les cellules qui ont conservé (pl. 23, fig. 11 et 12) une membrane propre et qui sont remplies d'un contenu dense et huileux.

Dissociation des cellules du stigmate.

Dans une coupe longitudinale à travers le style et le stigmate mûrs du *Ribes aureum*, on voit que le tissu conducteur plein se termine brusquement sur le stigmate, sans s'épanouir en éventail sur les bords du parenchyme fondamental.

Tous les éléments du tissu conducteur sur le stigmate se sont dissociés ; sans aucune attache, ils forment des « papilles » particulières très-aptes à retenir le pollen. Les cellules dissociées par suite de la gélification de la paroi mitoyenne ont une forme très-irrégulière, allongée, et le contenu en est dense, opaque, rempli de gouttes d'huile (pl. 23, fig. 22). Tout le tissu est en outre rempli de chlorophylle.

On observe les mêmes faits sur le stigmate du *Solanum glaucophyllum*. Les cellules dissociées sont recouvertes de gouttelettes et de traînées de matière grasse exsudée (pl. 23, fig. 21, *a*). Le stigmate, très-chlorophyllifère, est devenu gluant par suite de cette sécrétion abondante de matière grasse.

Enfin, les Orchidées nous présentent un exemple remarquable de la désagrégation des cellules du stigmate. Le vrai stigmate des Orchidées tapisse les parois d'une cavité plus ou moins irrégulière, située près du sommet du gynostème et sous le point d'attache ou rétinacle des pollinies. Cette cavité, généralement allongée dans le sens transversal, change de forme à des hauteurs différentes. On y rencontre les éléments du tissu conducteur complétement dissociés par la gélification de la couche mitoyenne des parois et empâtés dans une gelée qui peut être épaisse (*Cymbidium aloifolium*) et qui peut être renforcée par un mucilage sécrété (*Epidendron ciliare*). Les cellules dissociées ont des contours très-irréguliers, épineux (restes de leurs points d'attache), et un contenu généralement granuleux. Il existe souvent un plasma pariétal englobant un nucléus et un nucléole, ce qui prouve que ces cellules ne sont point des débris, mais bien des cellules vivantes encore et qui remplissent un rôle physiologique.

Les cellules du stigmate de l'*Ornithidium densum* sont remplies de grains d'amidon; on ne remarque ni nucléus, ni plasma compacte.

Le stigmate du *Cypripedium Rœzlii* forme une expansion trilobée, dont le lobe supérieur est plus étendu et dont les deux inférieurs se terminent en bec. Sur ce stigmate, le tissu conducteur reste quelque peu compacte et porte des papilles composées (pl. 23, fig. 18) qui sont terminées par un long poil pointu, recourbé en crochet et qui s'insère par une large base sur une couronne de cellules du tissu sous-jacent. Le contenu de ce poil est dense et granuleux. Par l'iode son plasma se colore en brun et le suc cellulaire en bleu, décelant ainsi la présence d'amidon diffus.

M. Hildebrand (1) a vu des papilles pareilles sur le stigmate du *Cistus creticus*.

M. Reinke (2) dit que la surface du stigmate est dépourvue d'épiderme continu, quoique les cellules supérieures soient morphologiquement équivalentes à un épiderme. M. Behrens n'admet pas cette manière de voir, sans lui en substituer une autre.

Quand on poursuit le développement du tissu conducteur, on voit que dans le bouton jeune, la surface stigmatique est toujours continue et caractérisée par un épiderme. Plus tard les papilles se développent sans que l'épiderme perde ses caractères : car la présence des poils est même, dans certains cas, comme sur les racines, le seul caractère qui distingue les éléments de l'épiderme de ceux du parenchyme fondamental.

---

(1) Behrens, *loc. cit.*, p. 36.

(2) Reinke, *Bau der Narbe* (*Götting. Nachr.*, 1874, et *Just. Jahresb.*, 1874).

Ensuite, beaucoup de plantes ont un stigmate sec et dépourvu de papilles, recouvert par un épiderme non interrompu ; on trouve tous les passages de cette disposition à cette autre où les cellules du tissu conducteur, et par conséquent celles de l'épiderme aussi, sont dissociées.

Les stigmates sont donc toujours pourvus d'un épiderme, mais cet épiderme peut devenir incohérent, comme les éléments de la coiffe des racines dans un but physiologique.

b. Appareil collecteur.

Nous désignons sous le nom d'*appareil collecteur du pollen*, toutes les parties du sommet du style n'appartenant pas au vrai stigmate, et destinées à aider plus ou moins parfaitement la pollinisation ou l'imprégnation du stigmate. Sous cette dénomination se trouveront donc réunis des organes très-divers, tels que les poils collecteurs, l'indusium, le plateau stigmatique, le disque stigmatique des Papavéracées, etc.

Cette distinction entre le vrai stigmate et l'appareil collecteur doit être faite aussi bien au point de vue physiologique qu'au point de vue morphologique.

Quand les deux appareils coexistent, les papilles de l'un peuvent agir physiologiquement d'une manière différente de celles de l'autre (1).

Le rôle de l'appareil collecteur est surtout rendu intelligible par l'étude de la morphologie florale et de l'adaptation des différents organes aux agents de la pollinisation.

Poils collecteurs. — On rencontre les poils collecteurs typiques dans la famille des Composées, où leur présence et leur disposition ont donné des caractères importants de classification (2). Les poils collecteurs se trouvent encore très-développés sur le style des Campanulacées.

Prenons le *Prismatocarpus* par exemple. Les poils collecteurs revêtent toute la face dorsale des trois lobes du style. Dans un pistil très-jeune, ces poils sont formés par une cellule épidermique (pl. 23, fig. 1) qui a pris un développement prédominant et autour de laquelle les cellules environnantes se rangent en couronne. Quand le poil est complétement développé, il est devenu très-long, et, dans cet état, on remarque souvent dans son intérieur une rotation du plasma très-active et très-nette (pl. 23, fig. 3). Le protoplasma est granuleux et entrecoupé de grandes vacuoles. Dans d'autres poils, le plasma est agité d'un mouvement brownien très-fort. Peu à peu, et environ au milieu de la hauteur du poil, la paroi de celui-ci s'affaisse, la moitié supérieure du poil tombe et rentre comme un doigt de gant dans la moitié inférieure (pl. 24, fig. 1). Ceci est probablement l'effet d'une gélification locale : quand on met en effet une préparation dans de la potasse étendue, on remarque que la paroi du poil non affaissé se différencie en trois couches, dont la moyenne se gonfle considérablement, et qu'elle se gonfle le plus à l'endroit où l'affaissement doit se produire.

---

(1) Les poils collecteurs sécrètent quelquefois du mucilage à leur base, comme dans le *Tulipa*. (Voy. Reinke, *loc. cit.*)

(2) Cassini, *Composées ou Synanthérées* (*Dict. sc. nat.*, 1818, vol. X, p. 131), et C. Bentham, *On Compositæ*, dans *Journ. of Linn. Society*, 1873, vol. XIII, p. 349.

En rentrant dans la moitié inférieure, les poils entraînent souvent des grains de pollen (pl. 23, fig. 2, *g*), comme l'avaient observé M. Hartig et d'autres. Cependant les grains de pollen ne sauraient, de cet endroit, étendre leurs boyaux polliniques dans le canal stylaire, parce que la nature des tissus qui composent le lobe stigmatique ne le permet pas. Une coupe transversale à ce niveau montre en effet que les poils collecteurs sont suivis intérieurement d'une zone de parenchyme fondamental à méats intercellulaires remplis d'air, ensuite d'une zone fibro-vasculaire avec vaisseaux et trachées, d'une nouvelle zone du même parenchyme fondamental, et enfin de cinq ou six assises de cellules du tissu conducteur disposées nettement en séries cambiales et rappelant ainsi leur origine (1).

L'extrémité du style se dilate souvent en une expansion plus ou moins développée, à laquelle R. Brown a donné le nom d'*indusium*. L'indusium est typiquement représenté dans les Goodéniacées, où elle forme une espèce de godet au fond duquel s'épanouit le tissu conducteur. Ce n'est par conséquent qu'une dépendance du tissu du style telle qu'on la rencontre dans beaucoup d'autres plantes, quoique moins développée.

---

(1) Ad. Brongniart (*Note sur les poils collecteurs des Campanules, etc.*, in *Ann. sc. nat.*, 1839, t. XII, p. 244) avait déjà réfuté cette théorie admise autrefois par Link et Treviranus.

L'indusium des Goodéniacées n'a aucun rapport avec les poils collecteurs des Composées ou des Campanulacées, disposés parfois circulairement (1).

Chez les Fumariacées, les Protéacées, les Asclépiadées, etc., on trouve un « plateau stigmatique », c'est-à-dire une expansion du sommet du style déterminée sans doute souvent par insuffisance de développement faute de place, d'autres fois par adaptation aux agents pollinisateurs.

La présence ou l'absence d'un plateau stigmatique n'est pas un caractère de famille constant, puisque, par exemple, dans les Fumariacées, ce plateau existe dans le *Fumaria*, tandis qu'il manque tout à fait dans l'*Hypecoum*. Dans le *Fumaria*, le plateau stigmatique est formé par une saillie brusque du style, formée d'un tissu ferme et clair qui s'élève sur la fente du stigmate en deux cornes, dont les bords internes sont occupés par le vrai stigmate rempli de chlorophylle.

L'appareil collecteur peut être moins compliqué et ne consister qu'en de simples papilles qui tapissent les abords du vrai stigmate ou les parois du sommet du style.

Dans le *Polygala*, par exemple, il existe trois espèces de papilles vers le sommet du style : 1° les papilles stigmatiques; 2° des papilles à parois plus épaisses et à sommet arrondi, garnissant le rebord du stigmate; et 3° des papilles très-fortes, pointues et à parois très-épaissies; elles occupent les parois externes du sommet du style.

Dans le *Brunfelsia*, on trouve sur la face externe des lobes stigmatiques des papilles relevant de l'épiderme du style, et qui ont leurs parois fortement cuticularisées. La cuticule est en outre plissée dans tous les sens.

---

(1) Voy. C. Bentham, *Gen. pl.*, II, p. 536, et *Just. Jahresb.*, 1876.

*Stigmate des Ehrétiacées, de l'*Apocynum, *du* Vinca, *de l'*Asclepias, *etc.* — Le stigmate des Ehrétiacées n'est pas construit d'après le type ordinaire. Celui du *Vinca*, de l'*Apocynum* et de quelques autres présente avec le stigmate des Ehrétiacées plusieurs points de ressemblance.

L'ovaire de l'*Heliotropium* et du *Tournefortia*, composé de deux carpelles, donne naissance à un style gynobasique, long dans l'*Heliotropium*, très-réduit dans le *Tournefortia* (pl. 24, fig. 16) et qui porte à son sommet un renflement volumineux.

Quand on fait une coupe transversale à travers le style, on voit qu'il se compose d'un parenchyme fondamental à méats intercellulaires, recouvert d'un épiderme et entourant un cylindre de tissu conducteur plein, longé de deux faisceaux fibro-vasculaires. Dans une coupe longitudinale à travers le pistil (pl. 24, fig. 10, 11 et 16), on voit que le cylindre de tissu conducteur monte environ jusqu'à la moitié de la hauteur du renflement terminal, puis se divise et redescend pour aboutir au bord inférieur saillant et circulaire du renflement stylaire terminal.

Par des coupes transversales successives à travers le renflement terminal (pl. 24, fig. 6, 7, 8, 9), on apprend qu'avant d'atteindre son point culminant, le tissu conducteur s'est déjà divisé en deux branches, puis qu'en redescendant chacune de ces moitiés, le cylindre se divise en deux branches, de sorte que dans une coupe transversale à un certain niveau (pl. 24, fig. 7, *b*), on remarque six faisceaux du tissu conducteur, dont les deux internes sont descendants, les quatre externes ascendants en suivant la direction que prend le boyau pollinique. Arrivés à la périphérie du renflement et à son bord inférieur, les quatre faisceaux se confondent, de sorte qu'en cet endroit (fig. 9, *d*) et un peu au-dessus du stigmate, une coupe transversale montre, en allant au centre, d'abord un épiderme suivi d'une mince zone de parenchyme fondamental, puis une zone concentrique de tissu conducteur ascendant, puis une seconde zone de parenchyme fondamental, et enfin le cylindre central du tissu conducteur descendant, qui se divise un peu plus haut. Ainsi le vrai stigmate est circulaire et forme le bord inférieur du renflement terminal (pl. 24, fig. 17, *st*) (1).

Ce renflement se termine supérieurement en deux lobes qui forment une cavité pseudo-stigmatique se prolongeant un peu dans l'intérieur du renflement entre les branches du tissu conducteur divergent. Toute la surface des lobes est tapissée de papilles peu élevées, à parois épaisses, recouvertes d'une forte cuticule plissée [inégalement épaissie (?)], et qui se continuent en diminuant progressivement dans le court canal stylaire. Je n'ai, dans aucune préparation, vu germer le pollen sur ce pseudo-stigmate terminal, mais bien sur le stigmate circulaire formé par le tissu conducteur. Ce dernier est tapissé sur toute son étendue de papilles très-ténues, aciculaires, qui sécrètent une matière grasse et gluante qui concourt à retenir le pollen (pl. 24, fig. 13). Ces papilles, qui sont très-serrées, proviennent d'un épithélium jeune prismatique (pl. 24, fig. 12).

La disposition des tissus est à peu près la même dans le *Tournefortia heliotropioides*; le style est très-réduit, et la surface du renflement terminal, l'équivalent du plateau stigmatique du *Fumaria*, du *Manglesia*, etc., est tapissée de longs poils pourvus d'une cuticule très-épaisse s'élevant en protubérances (pl. 24, fig. 16).

L'ovaire à deux carpelles de l'*Apocynum venetum* se termine supérieurement par un style qui s'articule faiblement sur le sommet de l'ovaire, et qui forme un plateau stigmatique sur lequel s'appuient les anthères (pl. 24, fig. 18).

Le style est terminé par deux lobes rapprochés coniques.

Dans une coupe longitudinale à travers le style et le sommet de l'ovaire, on voit que le canal stylaire existe à la base du style et qu'il disparaît au niveau du milieu de celui-ci, par suite de l'accolement des bords opposés. Là où s'appuient les anthères, l'épiderme du style a formé des papilles (pl. 24, fig. 19, *p*) assez longues, restant accolées; d'où il résulte un épithélium prismatique, qui se prolonge supérieurement jusque sur le sommet des lobes du style et se perd peu à peu vers sa base. Les cellules papilleuses de cet épiderme sont gorgées d'un liquide huileux, dense, très-réfringent, et qui est excrété probablement pour retenir le pollen. Dans une coupe longitudinale, on voit que le parenchyme fondamental se porte en éventail sur les papilles, comme vers un stigmate vrai ; je n'ai cependant pas pu voir germer le pollen en cet endroit. Le parenchyme fondamental est parcouru par deux faisceaux fibro-vasculaires, qui vont aboutir à la seconde couche sous-épidermique des lobes terminaux du style, où ils sont représentés par les trachéides.

---

(1) Voy. Bentham et Hooker, *Gen. pl.*, II, 2, *Asperifoliecæ*, trib. III, p. 834. — *Heliotropeæ* : « Stylus... sæpeque 2-fidus, annulo lato, stigmatoso instructus. »

Sur les lobes du style et dans la cavité stigmatique, il existe un épiderme normal. La surface de ce stigmate est sèche et le contenu de l'épiderme est clair. Plus bas l'épiderme est accolé, et au niveau des papilles du plateau stigmatique il forme, dans une coupe longitudinale, un tissu à éléments clairs, sans méats, allongés dans le sens de l'axe, et, dans une coupe transversale, une bande de tissu à éléments très-petits, séparant les deux régions fasciculaires du style.

Le pistil du *Vinca minor* offre des analogies de structure avec le pistil de l'*Heliotropium*. L'ovaire bimère forme un style simple dont le tissu conducteur est plein à la base. Le sommet du style se dilate pour former un plateau stigmatique, à bord proéminent, épais, sur lequel viennent se terminer cinq branches stigmatiques, plumeuses, décurrentes, qui bordent cinq logettes dans lesquelles se placent les anthères des cinq étamines. Dans une coupe longitudinale à travers le style et le plateau stigmatique, on remarque que le tissu conducteur, très-caractérisé à la base du style, perd plus haut ses caractères distinctifs, et qu'à la hauteur du rebord du plateau stigmatique il ne diffère en rien du parenchyme fondamental. Plus haut, de plein qu'il était, il devient fermé, puis se sépare pour former un court canal stylaire, qui va déboucher dans la cavité stigmatique. Le rebord du plateau stigmatique est couvert de longues papilles aciculaires remplies d'un liquide épais, granuleux et sécrétant une huile dense, qui s'attache aux parois des papilles et rend la surface du bord gluante (pl. 24, fig. 14 et 15, *a*).

Les faisceaux fibro-vasculaires du style s'étendent très-loin dans le sommet du style. On trouve des trachéides dans la première couche sous-épidermique du sommet, et, dans une coupe transversale à travers le bord du plateau, on voit que même certaines cellules épidermiques se sont transformées en trachéides (pl. 24, fig. 4, *e*).

Les cinq lobes stigmatiques sont couverts sur toute leur étendue de longs poils secs, peu flexibles, de deux espèces. Les uns ont une paroi fortement cuticularisée ; la cuticule ne revêt pas uniformément tout le poil : les endroits non cuticularisés forment une spirale dextrorse. Les autres, qui sont cuticularisés de la même manière, se sont contournés pour ainsi dire sur eux-mêmes, et forment des étranglements équidistants. Ils sont ainsi composés d'un chapelet de nodosités, dont la dernière est généralement flétrie.

Enfin le stigmate et le plateau stigmatique de l'*Asclepias* offrent une certaine ressemblance avec le style et le stigmate précédemment décrits (1).

Les analogies de structure et de propriétés des différents tissus du sommet du style entre les *Heliotropium*, *Vinca*, *Apocynum*, etc., sont remarquables. J'ai pu reconnaître le rôle du vrai stigmate de l'*Heliotropium*: je n'ai pas réussi à déterminer directement le vrai tissu conducteur et le vrai stigmate des autres par le seul moyen sûr, c'est-à-dire l'observation du trajet du boyau pollinique ; mais les analogies de structure que présentent les pistils de ces plantes entre eux m'ont au moins autorisé à ne parler de leur stigmate que dans un paragraphe séparé.

CHAPITRE V.

CONSIDÉRATIONS PHYSIOLOGIQUES SUR LE TISSU CONDUCTEUR DU STIGMATE.

Après avoir examiné les différences anatomiques que l'on rencontre dans le stigmate de plantes très-différentes, il nous faut envisager le rôle physiologique que le tissu qui le compose remplit vis-à-vis du boyau pollinique et du grain de pollen qu'il est destiné à retenir.

---

(1) R. Brown a décrit l'imprégnation du pollen dans les Asclépiadées (*On the sexual Organs and impregrn. in Orchid. and Asclepiad.*, London. Oct. 1831).

M. Van Tieghem (1) a démontré que l'apport du pollen sur le stigmate est un ensemencement, et que le tube pollinique est une plantule qui respire, se nourrit et se développe.

La germination a lieu parce que le grain de pollen trouve à la fois l'humidité, l'air et la chaleur nécessaires pour la formation du boyau. Il y a des stigmates secs et des stigmates humides. Le tube pollinique s'introduit dans le tissu conducteur parce qu'il y trouve une humidité plus grande que dans les endroits environnants, une observation qui explique le phénomène de la « coulure » des plantes. Or, par suite de sécrétion de mucilage par les cellules du tissu conducteur du stigmate, ou par suite de la gélification des parois mêmes de ces cellules, l'humidité du stigmate devient considérable, tout en servant à retenir mécaniquement les grains de pollen. Ce fait est mis en évidence surtout par certains exemples d'hétéromorphisme où l'on remarque tantôt des stigmates secs, tantôt humides, suivant le mode d'imprégnation du stigmate et les agents qui l'effectuent. C'est ainsi que M. Asa Gray (2) a trouvé dans l'*Epigæa* : 1° des stigmates humides sur des styles non enfermés ; 2° des stigmates humides et des styles enfermés (peu de fleurs présentent cette disposition) ; 3° des stigmates secs sur des styles très-longs ; 4° des stigmates secs et des styles courts. Cette dernière disposition est rare. M. Asa Gray conclut que ces plantes montrent une tendance au diœcisme.

Les propriétés du vrai stigmate sont souvent différentes de celles du tissu conducteur dans le style. Ainsi les cellules du stigmate sont parfois bondées de chlorophylle (*Cestrum*, *Ribes*, etc.), tandis qu'on n'en trouve point ou peu dans les cellules du tissu conducteur du style.

---

(1) Voy. Van Tieghem, *Ann. sc. nat.*, 5ᵉ série, t. XII, *loc. cit.*

(2) Asa Gray, *Just. Jahresber.*, et *Americ. Journ. of. Sc. and Art*, July 1876 : *Heteromorphism in Epigæa*.

La chlorophylle se trouve ordinairement amassée en grande quantité dans les éléments du stigmate ou dans ceux des tissus environnants. Il doit y avoir par conséquent une décomposition d'acide carbonique très-intense et une élimination d'oxygène relativement abondante. Ce processus est accompagné d'un dégagement de chaleur utilisée à favoriser la germination du grain de pollen. On trouve ce dernier généralement germant à une certaine distance de la surface du stigmate porté par le boyau pollinique, ou bien à la partie supérieure des papilles.

Je n'ai jamais pu constater la présence de Bactéries sur un stigmate. M. Van Tieghem a démontré du reste que le liquide sécrété par les papilles stigmatiques stylaires et ovariennes est franchement acide. Il considère ce fait comme une des raisons qui expliquent pourquoi les « Infusoires n'envahissent pas le » pistil en empruntant la voie et les éléments destinés au boyau » pollinique ».

La composition du liquide stigmatique excrété ou non est d'ailleurs différente pour les divers grains de pollen.

Le boyau pollinique se nourrit des matières formées par les éléments du tissu conducteur.

On rencontre très-souvent des quantités d'amidon considérables dans le tissu conducteur du stigmate et du style. On sait que la formation de l'amidon est liée à la présence de la chlorophylle. Or, la chlorophylle se trouve, dans la plupart des pistils, dans le stigmate même, et si ce n'est dans celui-ci, du moins dans le parenchyme environnant.

La chlorophylle en fortes quantités est accompagnée ordinairement de quantités considérables de matières grasses, d'huile, etc. Abondantes sur certains stigmates, elles peuvent servir à enduire la surface du stigmate d'une matière apte à retenir le grain de pollen, et ensuite elles tiennent lieu d'aliment indirect au boyau pollinique. Hofmeister (1) dit en effet que là où des matières grasses (huiles) sont déposées comme aliment de réserve, il se forme pendant leur utilisation de l'amidon en quantités plus ou moins considérables (1).

---

(1) W. Hofmeister, *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, 1867, p. 380.

Le stigmate n'étant que l'expansion extérieure du tissu conducteur, il s'ensuit que sa surface est d'autant plus étendue que le volume du tissu conducteur est plus considérable. Les considérations relatives aux rapports qui existent entre le nombre des boyaux polliniques et le volume du tissu conducteur dans le style s'appliquent également au stigmate. On peut poser en principe que l'étendue de la surface stigmatique est en rapport avec le volume du tissu conducteur. Les pistils qui produisent un grand nombre d'ovules sont pourvus d'une surface stigmatique plus ou moins étendue, permettant à un grand nombre de grains de pollen de germer simultanément.

L'étendue de la surface stigmatique règle directement et indirectement, mécaniquement et physiologiquement, le nombre des grains de pollen qui doivent féconder les ovules.

RÉSUMÉ.

Les conclusions principales auxquelles nous ont mené les recherches dont nous venons d'exposer les résultats peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

1° Le tissu conducteur peut se constituer par adaptation de certaines cellules, soit de l'épiderme seul, soit de l'épiderme et du tissu fondamental, ou bien être un tissu de création nouvelle, un métablastème résultant :

a. De la division tangentielle de l'épiderme ;

b. De cellules du périblème.

2° L'origine du tissu conducteur est double pour chaque carpelle.

---

(1) M. Borodine (*Ueber die Wirkung des Lichts auf die Entwickelung von* Vaucheria sessilis, in *Botan. Zeitung*, 1878, nos 32-35) a trouvé que dans le *Vaucheria* l'huile peut être un produit direct de l'assimilation de la chlorophylle, comme on l'avait cru, puis contesté pour le *Strelitzia*. L'huile peut donc, dans certains cas, remplacer physiologiquement l'amidon.

3° Le tissu conducteur peut tapisser un canal stylaire ou se constituer en tissu conducteur plein.

4° Le tissu conducteur plein se forme par la soudure des bords opposés du canal primitif.

5° Le tissu conducteur plein devient apte à conduire le boyau pollinique par suite de la gélification des parois mitoyennes de ses éléments.

6° Le canal stylaire peut être simple ou divisé.

7° Le stigmate vrai est formé exclusivement par le tissu conducteur, soit d'adaptation, soit de formation nouvelle.

8° Le volume du tissu conducteur est en rapport avec le nombre des ovules à féconder, parce qu'il est en rapport avec le nombre des boyaux polliniques qui descendent dans l'ovaire pour féconder ces ovules.

9° L'étendue de la surface stigmatique est déterminée par le volume du tissu conducteur.

10° Le stigmate détermine donc en dernier lieu le nombre des grains de pollen qui peuvent germer et le nombre des ovules qui peuvent être fécondés.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Dans toutes les figures, *tc* signifie tissu conducteur; *pf*, parenchyme fondamental; *fv*, faisceau fibro-vasculaire; *cs*, canal stylaire; *st*, stigmate; *bp*, boyau pollinique. Toutes les figures des détails anatomiques sont dessinées à un grossissement de 300 et à la chambre claire; les autres sont dessinées à main levée.

PLANCHE 18.

Formation du tissu conducteur.

Fig. 1. Placenta d'une fleur près de s'épanouir du *Glaucium fulvum* en coupe transversale. — *a*, épiderme conducteur.

Fig. 2 et 3. Coupe transversale à travers le placenta du *Solanum glaucophyllum*.—La fig. 2 au niveau du milieu de l'ovaire, la fig. 3 au niveau de la base du style.

Fig. 4. Coupe à travers le sommet de l'ovaire de l'*Helleborus*. — Le tissu conducteur est représenté par deux assises de cellules *a* et *b*.

Fig. 5. Coupe à travers le style du *Fumaria major*. — Le canal stylaire est rempli d'un mucilage granuleux, peu épais et tapissé par un tissu conducteur épidermique contre lequel s'appuient les tubes polliniques.

Fig. 6. Tissu conducteur sur les bords carpellaires du *Rubus odoratus* au niveau du sommet de l'ovaire. — *x* et *y* sont les deux centres de formation opposés. Le parenchyme fondamental *a* est rempli de cristaux cohérents d'oxalate de chaux.

Fig. 7. Coupe transversale par la base du style d'un pistil très-jeune du *Salvia scabiosæfolia*. — La ligne *ab* indique la fente étroite qui existe entre les deux bords opposés avant que le tissu devienne plein.

Fig. 8. Tampon conducteur de nature parenchymateuse qui se trouve à la base du canal stylaire des Borraginées et des Labiées. Son épiderme porte les divisions tangentielles comme celui du tissu conducteur dans le style (*Trachystemon orientale*).

Fig. 9 et 10. Formation du tissu conducteur dans le style du *Trachystemon orientale*. — La ligne *ab* est schématique. Elle indique la séparation des cellules mères du tissu avec le parenchyme fondamental sous-jacent. Dans la fig. 10, cette ligne sépare également les éléments du tissu conducteur *tc* de ceux du procambium *fv*.

Fig. 11. Formation du tissu conducteur par division tangentielle des cellules de la première assise sous-épidermique sur les bords de la cloison ovarienne du *Lychnis dioica*.

Fig. 12 et 13. Formation des bandelettes de l'ovaire du *Grindelia* par division *ab* des cellules de l'épiderme.

Fig. 14. Coupe transversale par la base du style du *Salvia scabiosæfolia* après la formation du tissu conducteur plein par accolement des bords opposés. — La ligne *ab* est schématique et indique les bords accolés. En comparant cette figure à la figure 7, on voit qu'elle peut être déterminée aisément par l'alternance des files ou séries cambiales 1, 2, 3, etc., et 1′, 2′, 3′, qui témoignent clairement de l'origine de ce tissu.

Fig. 15 et 15 *a*. Formation du tissu conducteur sur les bords carpellaires du *Ribes aureum*. — *a′*, *b″*, *c‴*, divisions successives de la cellule mère sous-épidermique; *fa*, tissu d'accolement résultant de la soudure des bords carpellaires opposés.

Fig. 16. Formation du tissu conducteur sur les bords carpellaires dans l'ovaire du *Saxifraga ligulata*.

Fig. 17. Formation du tissu conducteur près du placenta dans l'ovaire du *Fernandezia acuta*. — *pl*, placenta; *tc′*, *tc‴*, divisions d'ordre différent.

Fig. 18. Naissance du tissu conducteur dans l'ovaire du *Phajus grandifolius*.

PLANCHE 19.

Tissu conducteur dans l'ovaire.

Fig. 1. Formation du tissu conducteur plein de l'*Heliotropium grandiflorum* à la base du style. — *po*, paroi opposée où les divisions tangentielles sont très-régulières. Coupe transversale.

Fig. 2. Coupe transversale à travers la cloison ovarienne du *Lychnis dioica*. — *pl*, placenta formé par les bords carpellaires; *yx*, centres de formation du tissu conducteur; *h*, traînée de parenchyme fondamental persistant; *ab*, ligne au delà de laquelle la paroi se détruira; *oc*, cristaux cohérents d'oxalate de chaux.

Fig. 3 et 4. Coupe à travers l'ovaire du *Pittosporum sinense*, pour montrer le placenta papilleux *p*, et ses rapports avec la position des ovules *ov*.

Fig. 5. Tissu conducteur ou bandelette de l'ovaire du *Senecio populifolia* complétement développé.

Fig. 6. Tissu conducteur du placenta du *Verbascum vernale* en coupe transversale. — La paroi *a* est gonflée et le parenchyme est rempli de grains d'amidon *am*.

Fig. 7 et 8. Coupes transversale et longitudinale de l'ovaire de l'*Euphorbia Myrsinites*. — La coupe transversale de la fig. 7 est menée au-dessus de l'insertion des funicules. Elle passe en *tc* par le coussinet micropylaire *cm* de la fig. 8, où les cellules disposées en séries cambiales témoignent de l'origine de ce tissu conducteur. Les poils du coussinet micropylaire *cm* atteignent le sommet du nucelle *n*.

Fig. 9 et 10. Bandelettes de l'ovaire du *Grindelia* complétement développées: 9, dans la potasse étendue; 10, dans l'eau.

Fig. 11. Écusson *éc* formé par du tissu conducteur à la base du funicule *f* dans l'ovaire du *Dracœna elegans*.

Fig. 12. Manchon funiculaire *a* dans le *Stylidium adnatum*.

Fig. 13. Coupe transversale à travers l'ovaire de l'*Abelmoschus Rosa sinensis*. Le tissu conducteur *tc* forme une étoile à cinq branches terminées par deux pinceaux de papilles *a*, représentées par la figure 14. Plus bas, le centre de cet axe est occupé (fig. 15) par du parenchyme fondamental *pf*, et le tissu conducteur s'est retiré dans les angles *ct*, près des funicules *f*; *cl*, cloisons ovariennes.

Fig. 16. Poils conducteurs de l'ovaire du *Philodendron cordatum*.

PLANCHE 20.

Tissu conducteur dans le style.

Fig. 1. Coupe transversale à travers le style de l'*Azalea*, sous le stigmate. — *a* fente du canal stylaire; *b*, épiderme conducteur.

Fig. 2. Coupe transversale de l'ovaire de l'*Ornithidium densum*. — *a*, poils des parois ventrales du carpelle; *ov*, ovules. Le tissu conducteur est localisé près du placenta.

Fig. 3. Coupe transversale à travers le style du *Philodendron cordatum*. — *a*, canaux stylaires se rendant aux loges de l'ovaire. Le parenchyme fondamental est chargé d'oxalate de chaux.

Fig. 4. Cloison ovarienne de l'ovaire du *Cheiranthus Cheiri* en coupe transversale. — *a*, échancrure suivant la ligne d'accolement; *b*, tissu spongieux.

Fig. 5. Tissu conducteur du *Cestrum roseum* en coupe longitudinale. — Les éléments sont entremêlés de grosses gouttelettes d'huile sécrétée.

Fig. 6. Coupe longitudinale par l'ovaire jeune et la base du style d'une Borraginée pour montrer les rapports du canal stylaire avec le tampon conducteur *tc*.

Fig. 7. Coupe transversale à travers l'ovaire du *Cheiranthus Cheiri*.

Fig. 8. Papilles composées *pc*, dans le canal stylaire *cs* du *Reseda alba*.

Fig. 9. Coupe transversale du style du *Deherainia smaragdina*. — Le canal stylaire est rempli d'un mucilage épais *a*, dans lequel cheminent les tubes polliniques *bp*.

Fig. 10. Éléments du tissu conducteur du *Trachystemon* en coupe longitudinale.

Fig. 11. Éléments du tissu conducteur de l'*Azalea* en coupe longitudinale.

Fig. 12. Coupe transversale du sommet de l'ovaire du *Dracæna elegans*. — Le canal stylaire, simple plus haut, est ici trifurqué, et dans chaque branche *cs* on trouve des papilles *p* représentées par la figure 14. *a*, fente produite par insuffisance d'accolement des carpelles.

Fig. 13 et 13 *a*. États successifs des éléments du tissu conducteur plein de l'*Hypericum perforatum*.

Fig. 14. Papilles conductrices *p* d'une des branches *cs* du canal stylaire du *Dracæna elegans*.

PLANCHE 21.

Formation du tissu conducteur plein.

Fig. 1, 3, 4 et 7. Tissu conducteur du *Buddleia globosa*. — Fig. 3. Coupe transversale à travers l'ovaire pour montrer le tissu conducteur tapissant les deux faces du placenta opposées. — Fig. 1. Formation du tissu conducteur plein. Les deux faces opposées se sont accolées suivant la ligne *ab*, nettement accusée. — Fig. 7. Coupe transversale à travers le milieu du style. La partie *a* est représentée sous un grossissement de $\frac{300}{1}$ par la figure 4. Les éléments du tissu conducteur *tc* ne se distinguent de ceux du parenchyme fondamental *pf* que par leurs dimensions moins grandes.

Fig. 2. Un des canaux stylaires du *Philodendron cordatum*. — *a*, cellules du tissu conducteur remplies d'un contenu dense et opaque ; *b*, canal.

Fig. 5 et 6. Formation du tissu conducteur plein du *Grevillea*. — Fig. 5. Les parois opposées ne sont pas encore soudées : *a*, paroi ventrale de l'ovaire dans laquelle on remarque des divisions tangentielles nombreuses ; *b*, cavité ovarienne très-rétrécie. — Fig. 6. Les parois se sont soudées et le tissu conducteur *tc* forme un cylindre plein.

Fig. 8 et 9. Tissu conducteur du *Cheiranthus*. — Fig. 8. Échancrure produite par la soudure des deux moitiés de la cloison ovarienne. — Fig. 9. Commencement du décollement du tissu conducteur plein dans le voisinage du stigmate par l'agrandissement progressif des cellules centrales *a*.

Fig. 10. Tissu conducteur plein du style du *Manglesia cuneata*.

Fig. 11. Coupe transversale du style du *Grindelia*.

Fig. 12. Tissu conducteur plein de l'*Helianthus petiolaris* au sommet de l'ovaire, en coupe transversale.

Fig. 13. Coupe transversale du style développé du *Salvia scabiosæfolia*. — Les éléments du tissu conducteur sont disposés en files radiales *a* indiquant leur origine. Au centre, les parois mitoyennes *b* se sont gélifiées et empâtent les cellules *c* pourvues d'une membrane propre.

Fig. 14. Coupe transversale du tissu conducteur plein à parois peu gélifiées du *Jasminum nudiflorum*.

PLANCHE 22.

Dissociation du tissu conducteur dans le style.

Fig. 1. Éléments du tissu conducteur de l'*Epidendron* en coupe longitudinale.

Fig. 2, 3 et 4. Coupe transversale du tissu conducteur du style de l'*Epidendron ciliare* à différents états de développement. — Les méats intercellulaires *a* (fig. 3), s'élargissent de plus en plus.

Fig. 5. Coupe transversale du tissu conducteur qui remplit le canal stylaire du *Phajus grandifolius*.—Les cellules sont dissociées et ne se tiennent que par de petits isthmes *a* de la paroi amincie. Le canal stylaire est rempli d'un léger mucilage *m*.

Fig. 6. Coupe transversale du style du *Medinilla speciosa* pour montrer la dissociation des cellules *a*.

Fig. 7. Limite du tissu conducteur plein du *Geranium macrorhizon*.—Par suite de l'augmentation du volume du cylindre conducteur, la gaîne *a*, composée de plusieurs assises, s'est aplatie considérablement. *c*, éléments du tissu conducteur.

Fig. 8. Éléments dissociés du tissu conducteur dans le canal stylaire du *Begonia incarnata*.

Fig. 9. Boyau pollinique cheminant à l'intérieur de la gelée produite par les parois mitoyennes des cellules du tissu conducteur *a* vu en coupe transversale. — Le boyau est gorgé d'amidon.

Fig. 10. Tissu conducteur dans le style du *Sophronitis*. — La cuticule *a* s'est détachée sur une certaine longueur et a rencontré celle de la paroi opposée, également détachée.

PLANCHE 23.

Papilles stigmatiques.

Fig. 1, 2 et 3. Poils collecteurs du style du *Prismatocarpus perfoliatus*. —1. Poil jeune. — 2. Poil *p* rentré, ayant entraîné deux grains de pollen *g*. — 3. Poil complétement développé, dans lequel on remarque une rotation du protoplasma très-vive dans le sens des flèches.

Fig. 4. Éléments du tissu conducteur de l'*Hypericum perforatum* en coupe longitudinale.

Fig. 5. Tissu conducteur sur le stigmate du *Gesneria elongata*. —Les cellules sont empâtées dans une gelée compacte *a*.

Fig. 6. Stigmate du *Cyperus*. — *cr*, papille en crochet; le grain de pollen *g* a germé et émis son boyau pollinique *bp*, qui s'insinue entre les cellules.

Fig. 7. Sommet du style du *Grevillea* vu de face. — *p*, plateau stigmatique enduit d'humidité et couvert de pollen; *b'*, bourrelet stylaire.

Fig. 8. Coupe à travers le sommet du style de la même plante suivant la ligne *ab* de la figure 7. — *g*, grain de pollen avec son tube pollinique.

Fig. 9. Réseau cellulaire polygonal de la surface stigmatique de l'*Euphorbia*.

Fig. 10, 11 et 12. Stigmate du *Rubus odoratus*. — 10. Papilles composées. — 11. Etat des cellules peu avant l'imprégnation. — 12. Surface du stigmate lors de la germination du pollen. Les parois mitoyennes se sont gélifiées.

Fig. 13. Papilles du stigmate du *Stylidium adnatum*. — *a*, filets de plasma reliant le nucleus à la paroi; *b*, gouttelettes d'huile sécrétée à la surface.

Fig. 14 et 15. Papilles stigmatiques du *Glaucium fulvum*. — 14. *a*, huile obstruant la base de la papille et se résolvant en gouttelettes dans le sommet. — 15. *a*, boyau pollinique au contact de la paroi de la papille.

Fig. 16. Sommet d'une papille stigmatique de l'*Hypericum perforatum*. — La paroi est différenciée en trois couches dont la moyenne se gonfle considérablement dans la potasse étendue.

Fig. 17. Papilles du stigmate du *Pittosporum sinense*.

Fig. 18. Papille composée du stigmate du *Cypripedium Rœzlii*.

Fig. 19. Papilles composées du stigmate du *Passiflora*.

Fig. 20. Papilles du stigmate du *Convolvulus althæoides*. — *a*, amidon.

Fig. 21. Cellule du tissu conducteur dissocié du stigmate du *Solanum*. — *a*, gouttes d'huile sécrétées à la surface.

Fig. 22. Cellules du tissu conducteur dissocié du *Ribes aureum*.

PLANCHE 24.

Tissu conducteur des Heliotropium, Apocynum, *etc.*

Fig. 1. Poil collecteur du *Prismatocarpus* rentrant dans sa base.

Fig. 2 et 3. Papille du stigmate du *Geranium macrorhizon*. — La surface porte quelques petites gouttelettes d'huile sécrétée. Dans la potasse diluée, on voit le sommet de l'article supérieur (fig. 2) se différencier en deux couches dont l'externe se gonfle.

Fig. 4. Coupe transversale du sommet du style du *Vinca minor*. — Accolement des deux épidermes internes *a* des carpelles. Il se forme des trachéides dans l'épiderme *e* et dans le parenchyme fondamental.

Fig. 5. Coupe longitudinale du style de l'*Heliotropium grandiflorum* dans la région *a* de la figure 10.

Fig. 6 *a*, 7 *b*, 8 *c* et 9 *d*. Coupes transversales successives à travers le sommet suivant les lignes *a*, *b*, *c*, *d* de la figure 10. — Les parties non hachées représentent le tissu conducteur.

Fig. 10. Coupe longitudinale par le style de l'*Heliotropium*. — Les parties non hachées représentent le tissu conducteur.

Fig. 11. Coupe longitudinale par le style d'un *Heliotropium.*

Fig. 12. Surface stigmatique d'un pistil jeune d'*Heliotropium.*

Fig. 13. La même surface dans un pistil plus âgé ; l'épiderme prismatique s'est développé en papilles aciculaires.

Fig. 14. Papille du plateau stigmatique du *Vinca minor* recouverte de gouttelettes de matière grasse.

Fig. 15. Papilles aciculaires du plateau de *Vinca minor.* — *a*, gouttes d'huile.

Fig. 16. Coupe longitudinale par le style d'un *Tournefortia heliotropioides.*

Fig. 17. Pistil de l'*Heliotropium grandiflorum.*

Fig. 18. Pistil de l'*Apocynum venetum.*

Fig. 19. Coupe longitudinale du sommet du style de l'*Apocynum.* — *a*, trachéides ; *p*, papilles.

SUR LES VOLUMES D'OXYGÈNE ABSORBÉ

ET

D'ACIDE CARBONIQUE ÉMIS DANS LA RESPIRATION VÉGÉTALE

Par M. H. MOISSAN,

Licencié ès sciences, Attaché au laboratoire de culture du Muséum d'histoire naturelle,
Répétiteur de physique à l'Institut agronomique.

HISTORIQUE.

Dans ses recherches chimiques sur la végétation (1), de Saussure, traitant des modifications qu'éprouve le gaz oxygène par son contact avec les feuilles, s'exprime ainsi : « Les feuilles du Chêne (*Quercus robur*), du Marronnier d'Inde, du faux Acacia, du *Sedum reflexum* et de la plupart des végétaux, diminuent le volume de leur atmosphère. Son gaz oxygène disparaît, et il se forme un volume de gaz acide carbonique libre, inférieur au volume du gaz oxygène consumé pendant l'expérience. »

M. Lory tire de ses recherches sur la respiration des Orobanches (2) la conclusion suivante. « La somme de l'oxygène et de l'acide carbonique reste à très-peu de chose près invariable ; toutefois il y a presque toujours une petite différence en moins. » M. Lory expérimentait sur des volumes de gaz assez grands par rapport au poids de la plante mise en expérience.

MM. Oudemans et Rauwenhoff (3), dans leur étude sur la germination, ont exprimé une opinion semblable. Il n'y a pas de rapport simple entre la quantité d'acide carbonique dégagé (en vase clos) et celle d'oxygène absorbé. Au commencement, il y a plus d'oxygène absorbé que d'acide carbonique exhalé ; plus tard, c'est l'inverse qui a lieu.

---

(1) De Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 61.

(2) Lory, *Respiration et structure des Orobanches* (*Ann. scienc. nat.*, 3e sér., 1847, t. VIII, p. 158).

(3) Oudemans et Rauwenhoff, *Linnæa*, XIV 2e livraison, 1859, p. 213-232.

Plus récemment, MM. Dehérain et Landrin (1), dans leurs recherches sur la germination, ont démontré qu'il y avait en effet diminution de volume dès le commencement de la germination, et que l'oxygène disparu surpassait toujours l'acide carbonique dégagé.

M. Borodine (2) a aussi remarqué que si on laisse séjourner un Pois ou un Haricot dans une atmosphère confinée, et si l'on compare le volume du gaz au commencement et à la fin de l'expérience, on constate presque toujours, tant qu'il reste de l'oxygène libre, une petite diminution de volume.

Bien que nous n'établissions pas de comparaison entre le dégagement d'acide carbonique qui se produit au moment de la germination et celui qui provient de la respiration normale des végétaux adultes, nous ne pouvons nous empêcher de remarquer, dans ces deux cas, une différence certaine entre les volumes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit, ce dernier corps étant le plus souvent en moindre proportion.

Dans la respiration végétale, le rapport des deux gaz est-il constant ? Quelles sont les causes qui le font varier ? Peut-on, par l'étude de ces échanges gazeux, essayer d'expliquer la formation de certains principes immédiats ? Telles ont été les idées qui nous ont amené à continuer les recherches qui, commencées il y a plusieurs années par M. Dehérain et nous, ont été poursuivies depuis cette époque au laboratoire de culture du Muséum, où MM. Decaisne et Dehérain n'ont cessé de nous prodiguer leurs bienveillants conseils.

Dans un travail inséré en 1874 aux *Annales des sciences*

---

(1) Dehérain et Landrin, *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1488, et *Ann. sc. nat.*, t. XIX, p. 358.

(2) Borodine, Congrès botanique international de Florence.

naturelles (1), M. Dehérain et l'auteur de ce mémoire avaient particulièrement étudié la respiration des feuilles. Outre l'action énergique, déjà observée par M. Garreau, que produit la chaleur obscure sur l'intensité de la respiration, nous avions été amenés dans nos conclusions à formuler l'opinion suivante : La quantité d'oxygène absorbée par les feuilles surpasse la quantité d'acide carbonique produite. La différence est surtout sensible aux basses températures. Et en nous appuyant sur ces expériences, nous avions été conduits à penser qu'une partie de l'oxygène absorbé pouvait, réagissant sur les hydrates de carbone, donner des produits d'oxydation inférieure, tels que les acides oxalique, malique, tartrique, etc.

On peut en effet considérer les acides végétaux comme venant de deux sources, soit d'une combinaison de l'eau avec les corps tels que l'acide carbonique ou l'oxyde de carbone, soit d'une oxydation des hydrates de carbone. Dans ses beaux travaux de synthèse, M. Berthelot a produit l'acide formique en faisant réagir, à 100 degrés, l'oxyde de carbone sur une solution aqueuse de potasse. On comprend qu'une réaction analogue produise, par l'union de l'eau et de l'oxyde de carbone, les petites quantités d'acide formique qui se rencontrent dans certains végétaux.

Mais nous pensons que la formation des acides est liée plus particulièrement à l'oxydation des hydrates de carbone. Le volume d'oxygène fixé dans la feuille par le phénomène de la respiration étant, dans certaines conditions, plus grand que celui de l'acide carbonique émis, et ce dernier gaz ne contenant en oxygène que son propre volume, l'excès d'oxygène peut avoir agi sur les corps tels que le sucre, l'amidon, les celluloses, et avoir donné naissance à des produits acides. On sait en effet que le sucre, par une oxydation ménagée, peut produire l'acide oxalique ; que l'amidon, sous l'action d'un mélange de bioxyde de manganèse et d'acide sulfurique, peut donner naissance à l'acide formique.

---

(1) P.-P. Dehérain et H. Moissan, *Ann. sciences nat.* (BOTANIQUE), 5^e série, t. XIX.

Lorsque la température s'abaisse, le volume d'oxygène absorbé surpasse celui de l'acide carbonique émis, et nous remarquons justement que certaines plantes, la Vigne par exemple, donne dans le Nord des produits plus riches en acides végétaux que dans le Midi, où elle reçoit une somme de chaleur beaucoup plus grande.

A la température ordinaire, le *Cactus Opuntia* absorbe plus d'oxygène qu'il n'émet d'acide carbonique. Quelquefois même l'émission d'acide carbonique devient si faible, qu'elle peut à peine être décelée. Ce fait avait déjà été remarqué par de Saussure. Or le *Cactus* renferme parfois, d'après M. Payen, jusqu'à 70 pour 100 de son poids sec en oxalate de chaux.

Si la complication des réactions chimiques qui se passent dans les cellules végétales n'était pas aussi grande, nous pourrions comparer ce phénomène à l'oxydation de l'alcool : si l'on brûle complétement ce corps, on obtient de l'acide carbonique et de l'eau ; si on l'oxyde sous l'influence de la mousse de platine, on obtient de l'acide acétique.

Il est à remarquer, en effet, que l'oxygène non employé à la formation de l'acide carbonique ne peut être éliminé sous forme de vapeur d'eau, car si la combustion interne dépend surtout de la chaleur obscure, l'évaporation de l'eau au contraire ne se produit avec abondance que sous l'influence des radiations lumineuses (1).

Pour donner une idée de l'excès d'oxygène qui peut ainsi être fixé dans un végétal par le seul fait de la respiration, nous transcrirons ici quelques expériences tirées du mémoire dont nous avons parlé précédemment.

---

(1) P.-P. Dehérain, *Sur l'évaporation de l'eau et la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles des végétaux* (*Comptes rendus*, 1869, t. LXIX, p. 381, et *Ann. de chimie et de physique*, 1869, t. XX, p. 228).

TABLEAU I.

NUMÉROS D'ORDRE.	TEMPÉRATURES.	DURÉE en heures.	VOLUME d'air primitif.	VOLUME d'air final.	ACIDE carbonique produit	OXYGÈNE absorbé.
PINUS PINASTER 30 gram.						
1	0°	24	191.37	185.96	3.90	7.77
2	0°	114	191.37	182.26	27.33	39.80
3	13°	22	187.07	185.98	20.48	26.31
4	13°	47	189.11	186.60	35.24	38.53
5	15°	5	188.12	188.12	8.62	10.13
6	15°	18	188.12	179.69	18.56	33.93
AGAVE AMERICANA 70 gram.						
7	0°	47	550.00	550.00	»	»
8	11°	90	524.19	522.64	32.26	48.81
9	40°	5	517.85	512.10	24.50	27.83
AGAVE MICRACANTHA 55 gram.						
10	0°	48	780.00	780.00	»	»
11	11°	90	791.05	791.17	27.28	11.77

On remarque, dans toutes les expériences exécutées sur le Pin maritime, à des températures comprises entre 0 et 15 degrés, que le volume de l'oxygène absorbé est toujours supérieur à celui de l'acide carbonique émis. Cette différence est encore plus sensible lorsque l'on opère sur les Agaves : on voit qu'une feuille d'*Agave americana*, qui à zéro ne dégage pas des quantités appréciables d'acide carbonique, fournit, à la température de 11°, en quatre-vingt-dix heures, $32^{cc},26$ d'acide carbonique et prend $48^{cc},81$ d'oxygène. Mais, chose curieuse, la différence entre les deux volumes de gaz n'est plus la même lorsque la température s'élève. Ainsi à 40°, pour la même feuille d'Agave, les quantités d'acide carbonique et d'oxygène sont presque égales. Si nous divisons le volume de l'acide carbonique par celui de l'oxygène, l'expérience n° 8, faite à 11 degrés, nous fournit le rapport 0,66 ; à 40 degrés, ce rapport n'est plus que 0,88. Nous reviendrons plus loin sur ce fait intéressant.

La différence de ces rapports nous a donc amené à penser que ce sujet méritait de nouvelles recherches, et nous avons entrepris le travail actuel.

Nous avons divisé notre mémoire en deux séries d'expériences. Dans la première, nous avons tenu à vérifier si cette action de la chaleur obscure sur la production de l'acide carbonique par les végétaux maintenus à l'obscurité n'était pas particulière aux feuilles, mais s'étendait également aux autres organes, tels que les bourgeons et les rameaux, et si, pour une même température, elle ne dépendait point aussi de la saison.

Dans la seconde partie, la plus importante selon nous, nous avons étudié les variations du rapport de l'acide carbonique émis à l'oxygène absorbé, dans différents organes (feuilles, bourgeons, rameaux, pétales), à des températures différentes.

ACIDE CARBONIQUE ÉMIS PAR LES BOURGEONS ET LES RAMEAUX.

Description de l'appareil.

Les rameaux ou les bourgeons mis en expérience ont été placés dans une de ces éprouvettes portant une tubulure inférieure qui sont employées dans les laboratoires pour dessécher les gaz ; cette éprouvette était maintenue dans un grand cylindre de verre renfermant de l'eau dont on faisait varier la température au moyen d'un courant de vapeur à 100 degrés. La tubulure inférieure communiquait par un tube recourbé à angle droit avec une éprouvette remplie de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique bouilli (1). A la suite de cette éprouvette se trouvait un tube à boules contenant une solution de potasse caustique, puis deux tubes en U remplis, l'un de potasse concassée en petits fragments, l'autre de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique.

---

(1) Il faut avoir soin, lorsqu'on se sert d'une semblable éprouvette à dessécher, que les bouchons de liége ne soient pas touchés par l'acide sulfurique. Dans ce dernier cas, le liége se carbonise, et même à la température ordinaire le charbon produit réduit l'acide sulfurique et donne de petites quantités d'acide sulfureux. On sait quelle action délétère ce gaz exerce sur la vie végétale. Même avec des bouchons de caoutchouc, cet inconvénient peut se produire au bout d'un certain temps.

La conduite des expériences était d'une grande simplicité. Prenons pour exemple l'expérience n° 30 du tableau III.

Nous avons commencé par emplir d'eau à 22 degrés le manchon contenant l'éprouvette qui devait renfermer les rameaux, afin d'avoir, pendant toute la durée de l'expérience, une température à peu près constante.

Nous avons placé ensuite dans l'appareil un rameau de Marronnier portant deux bourgeons terminaux dont le poids total était de 21 grammes; et pour que l'obscurité fût bien complète, nous avons enveloppé le manchon d'un morceau de serge noire d'une double épaisseur. A la partie supérieure étaient ménagées trois petites ouvertures pour laisser passer les deux tubes de l'éprouvette et la tige d'un thermomètre. De la vapeur amenée d'un ballon voisin rendait à l'appareil la chaleur qu'il perdait par rayonnement, et de temps en temps on mélangeait par le barbotement d'un courant d'air les différentes couches d'eau, de façon à avoir dans tout le manchon une température bien uniforme.

On faisait traverser l'appareil par un courant d'air dépouillé d'acide carbonique; puis, lorsqu'on jugeait que l'éprouvette ne contenait plus trace de gaz acide carbonique, on fermait au moyen de deux pinces de Mohr les tubes de caoutchouc qui se trouvaient aux extrémités de l'éprouvette renfermant les rameaux.

On pesait le tube à boules contenant la solution de potasse et les deux tubes en U, et on les plaçait à la suite de l'éprouvette.

Poids des tubes avant l'expérience.

Tube à boules....................................	57,634
Tube à potasse....................................	69,577
Tube à acide sulfurique..........................	76,375
	203,586

Nous notions l'heure et la température ; l'expérience commençait. Lorsqu'elle était terminée, on ouvrait les pinces de Mohr et l'on faisait de nouveau traverser l'appareil par un courant d'air dépouillé d'acide carbonique, qui déplaçait le gaz contenu dans l'éprouvette renfermant les rameaux. Ce gaz se desséchait sur la colonne de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique, et l'acide carbonique qu'il contenait était ensuite fixé dans le tube à boules et dans le premier tube en U. Le tube à acide sulfurique servirait à dessécher le gaz dans le cas où la potasse caustique contenue dans le premier tube n'aurait pas suffi à arrêter la vapeur d'eau dont s'est saturé l'air sec en passant bulle à bulle dans la solution de potasse.

Mais, dans la plupart de nos expériences, ce tube à acide sulfurique servait de témoin, car toute la vapeur était arrêtée par la potasse caustique.

Poids des tubes après l'expérience.

Tube à boules	57,631
Tube à potasse	69,605
Tube à acide sulfurique	76,375
	203,611
	203,586
Acide carbonique produit	0,025

Un rameau de Marronnier du poids de 21 grammes, portant deux bourgeons, nous a donc donné, en vingt-quatre heures, 25 milligrammes d'acide carbonique, la température moyenne étant 22 degrés.

Exposé des résultats.

Nous avons consigné dans les tableaux suivants les résultats obtenus.

Dans les premières colonnes se trouvent le numéro d'ordre des expériences, le nom de la plante à laquelle les rameaux sont empruntés, la durée des expériences, le poids des rameaux et la température. Dans les deux dernières, nous avons placé le poids de l'acide carbonique produit dans chaque expérience, et enfin établi par le calcul l'acide carbonique produit en dix heures par 100 grammes de rameaux.

Le tableau II contient les expériences faites sur le *Pinus excelsa* et sur l'*Æsculus Hippocastanum*. Ces recherches ont été entreprises vers le mois d'août 1875.

Les rameaux étaient choisis dans un parfait état de santé ; on enlevait le plus délicatement possible les feuilles, et l'on pesait l'acide carbonique produit aux différentes températures. Le rameau employé ne servait qu'à une seule expérience.

TABLEAU II.

NUMÉROS d'ordre.	NATURE de la plante employée.	DURÉE des expériences	POIDS des rameaux employés	TEMPÉRATURE.	ACIDE carbonique produit.	AC. CARBON. produit en 10 heures par 100 gr. de rameaux.
12	Pinus excelsa.	4 h.	40	12°	0.004	0.025
13	—	23	30	19°	0.034	0.049
14	—	47	40	20°	0.099	0.053
15	—	42	30	20°	0.068	0.054
16	—	19	30	22°	0.042	0.073
17	—	21	30	23°	0.050	0.079
18	—	23	30	23°	0.056	0.081
19	—	5 1/2	30	30°	0.023	0.139
20	Æsculus Hippocastanum.	23	50	10°	0.034	0.027
21	—	48	50	13°	0.081	0.034
22	—	25 1/2	50	17°	0.067	0.053
23	—	26 1/2	50	17°	0.072	0.054
24	—	5	50	28°	0.035	0.140

Les expériences consignées au tableau III ont été exécutées au mois de décembre 1876. Nous avons pris un rameau de Marronnier de 20 grammes, portant ses deux bourgeons terminaux, et c'est avec le même rameau qu'ont été faites toutes les expériences du tableau.

TABLEAU III.

NUMÉROS d'ordre.	NATURE de la plante employée.	DURÉE des expériences.	TEMPÉRATURE.	ACIDE carbonique produit.	AC. CARBONIQUE produit en 10 heures par 100 grammes de rameaux.
25	Æsculus Hippocastanum rameau de 20 gr.	21 h.	15°	0.014	0.033
26	—	25	15°	0.017	0.034
27	—	24	20°	0.019	0.039
28	—	24	20°	0.020	0.041
29	—	25	20°	0.021	0.042
30	—	24	22°	0.025	0.052
31	—	53	23°	0.061	0.057
32	—	6	30°	0.012	0.100
33	—	4	35°	0.013	0.162

Influence de la température.

Nous nous sommes attaché surtout, dans cette première série de recherches, à montrer l'influence de la température sur le dégagement de l'acide carbonique. La marche du phénomène est identique à ce qu'elle était dans la respiration des feuilles, et bien que le dégagement d'acide carbonique soit ici beaucoup plus faible que lorsque nous opérions avec des organes d'une grande surface et contenant beaucoup de cellules parenchymateuses, il n'en est pas moins vrai que les phénomènes de combustion interne qui se passent dans les rameaux sont singulièrement exaltés par la chaleur obscure.

Tandis qu'à 12 degrés, 100 grammes de rameaux de *Pinus excelsa* n'ont donné en dix heures que 25 milligrammes d'acide carbonique, la même quantité de rameaux dans le même temps a, à 30 degrés, donné 139 milligrammes, c'est-à-dire une quantité cinq fois plus grande.

De même pour le Marronnier, qui à 10 degrés donne 27 milligrammes, et à 28 degrés 140 milligrammes.

Les expériences du tableau II ont été faites, comme nous l'avons dit plus haut, à la fin de l'été, tandis que celles inscrites au tableau III ont été entreprises à la fin de décembre. Si l'on compare ces deux séries d'expériences, on voit que des rameaux pris en été à 17 degrés dégagent plus d'acide carbonique que des rameaux de même espèce mis en expérience en hiver et portés à 20 degrés. Il en est de même si l'on compare les expériences 32 et 24, faites à 28 et à 30 degrés.

Cela n'a rien qui doive nous surprendre, et l'on comprend très-bien qu'au milieu du mois d'août, lorsque la végétation est dans toute son activité, la fonction respiratoire, à égalité de température, soit plus intense qu'en hiver. Il ne suffit pas de porter un rameau de 3 ou 4 degrés à 30 degrés pour le tirer tout de suite de son engourdissement. La vie végétale ne peut pas être réveillée subitement, et ce n'est que par degrés que les phénomènes de combustion interne reprennent leur intensité normale pour une température donnée.

Du reste, une fois que l'on fournit au rameau la quantité de chaleur nécessaire pour mettre en jeu les réactions qui déterminent le complet développement des bourgeons et l'épanouissement des feuilles, même au milieu de l'hiver, la vie ne tarde pas à se développer. Nous avons répété bien souvent l'expérience suivante : On coupait au mois de janvier une branche de Marronnier de $0^m,50$ à $0^m,60$ de longueur ; on plaçait l'extrémité inférieure dans l'eau, en ayant soin de ne laisser sur la branche qu'un ou deux bourgeons floraux, puis le tout était abandonné non loin d'une étuve chauffée à une température ne dépassant pas 50 degrés. Dans ces conditions, on voyait au bout d'une quinzaine de jours les bourgeons se gonfler, s'ouvrir, donner naissance aux feuilles, puis à une petite hampe supportant les organes floraux à l'état rudimentaire. Le limbe des feuilles de Marronnier pouvait acquérir une longueur de $0^m,08$ à $0^m,10$, et comme elles étaient exposées à la lumière, elles ne tardaient pas à prendre une belle teinte verte. Les seules conditions nécessaires à la réussite de l'expérience étaient de changer l'eau de temps en temps et de rafraîchir souvent l'extrémité de la branche par une nouvelle section faite environ à un centimètre de l'ancienne.

Cependant, au bout de trois semaines d'une végétation peu vigoureuse, les feuilles tombaient, la hampe de fleurs, qui s'était peu développée, se détachait également, les substances de réserve étaient détruites ; le rameau ne tardait pas à périr. Mais il n'en avait pas moins, transformant les matières amylacées qu'il avait à sa portée, commencé, sous l'action d'une élévation de température, le développement de ses jeunes feuilles.

ACIDE CARBONIQUE ÉMIS ET OXYGÈNE ABSORBÉ PAR DIFFÉRENTS ORGANES.

Description de la méthode employée.

Pour déterminer le rapport qui existe entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique émis dans la respiration, nous avons placé les organes végétaux dans une atmosphère limitée ; nous avons mesuré le volume du gaz et déterminé sa composition avant et après l'expérience ; et en ramenant le volume à 0 degré et à $0^m,760$ de pression, il nous a été facile d'en déduire la quantité d'acide carbonique produite et la quantité d'oxygène disparue. Notre manière d'opérer sera établie nettement par un exemple que nous fournira l'expérience n° 107 du tableau VII.

Nous avons pris un rameau terminal d'*Eucalyptus Globulus* pesant 14 grammes, et nous l'avons introduit dans une éprouvette remplie d'eau. Nous avions eu soin d'enlever tout l'air adhérent aux feuilles. On a fait passer ensuite dans l'éprouvette 160 centimètres cubes d'air atmosphérique à 11 degrés et à $0^m,752$ de pression.

L'éprouvette a été portée sur la cuve à mercure et, au moyen d'une pipette recourbée, nous avons aspiré l'eau, de façon à remplacer ce liquide par du mercure. Il est très-facile, avec un peu d'habitude, d'enlever ainsi presque toute l'eau contenue dans la cloche : dans toutes nos expériences il ne restait jamais sur la surface du mercure plus d'un centimètre cube d'eau, quantité suffisante pour saturer d'humidité le gaz contenu dans la cloche, pour empêcher les vapeurs mercurielles d'exercer leur action toxique sur les organes végétaux, mais trop faible, par rapport à la solubilité de l'acide carbonique, pour être une cause d'erreur sensible. Cette manière d'opérer est préférable à celle qui consisterait à introduire directement les feuilles sous le mercure, car elles en retiennent toujours quelques gouttelettes qui peuvent exercer une action nuisible. De plus, pour que certains organes, les rameaux par exemple, ne soient pas mis en contact avec le mercure, tout en ayant leur extrémité dans la petite couche d'eau qui se trouve à sa surface, on plaçait sur le métal une petite plaque très-mince de caoutchouc non vulcanisé.

L'éprouvette renfermant les feuilles était maintenue dans un verre cylindrique rempli de mercure, et l'on avait soin que les deux niveaux, à l'intérieur et à l'extérieur de l'éprouvette, fussent à peu de chose près dans un même plan horizontal. Le tout était descendu dans un manchon de verre rempli d'eau, de façon à avoir une température constante pendant toute la durée de l'expérience. Dans l'exemple qui nous occupe, des morceaux de glace nageant dans l'eau maintenaient la température à 0 degré.

Ce récipient, afin de laisser les plantes dans une obscurité complète, était entouré d'une double couche de papier noir.

L'expérience avait été commencée le 4 janvier, à deux heures; nous l'avons arrêtée le 5 janvier, à deux heures; elle a donc duré vingt-quatre heures.

L'éprouvette était alors portée sur la cuve à mercure, et on laissait sa température se mettre en équilibre avec celle du laboratoire. On faisait ensuite passer le gaz dans une cloche graduée, on lisait le volume, qui dans le cas actuel a été trouvé de 164 centimètres cubes. On transportait sur la cuve à eau, on remplaçait le mercure par ce dernier liquide, on absorbait l'acide carbonique par la potasse; on lisait de nouveau: le volume était devenu 159 centimètres cubes. On faisait ensuite l'analyse du mélange d'oxygène et d'azote qui restait dans la cloche au moyen de l'acide pyrogallique et de la potasse.

Pris sur la cuve à eau	$24^{cc},1$
Après pyrogallate de potasse	$19^{cc},9$
La température de la cuve à mercure était de	14°,5
Celle de la cuve à eau	13°,2
La pression atmosphérique	753,1

Il était facile de ramener alors les différents volumes gazeux à 0° et à 760 (1).

---

(1) Pour ramener le volume primitif à 0° et à 760, nous avons la formule :

$$\mathrm{Vo} = \frac{\mathrm{V}t\,(\mathrm{H} - f)}{(1 + at)\,760},$$

d'où

$$\mathrm{Vo} = \frac{160\,(752 - 9.79)}{1.04026 \times 760}$$

$$\log \mathrm{Vol.\ pr.} = (\log 160 + \log 742.21) - (\log 0.01714 + \log 760),$$

$$\log \mathrm{Vol.\ pr.} = 2.1766932,$$

$$\mathrm{Vol.\ pr.} = 150.21.$$

Le volume primitif étant de l'air atmosphérique, sa composition est facile à déterminer. Représentons par x la quantité d'oxygène qu'il contient, nous aurons :

$$\frac{150.21}{x} = \frac{1000}{208}$$

$$x = \frac{150.21 \times 208}{1000} = 31.24.$$

Les feuilles d'*Eucalyptus* ont donc été placées dans un mélange de 31,24 d'oxygène et de 118,97 d'azote.

Le volume final après l'expérience était à 0° et à 760.

$$\mathrm{Vol.\ f.} = \frac{164\,(753.1 - 12.29)}{1.05307 \times 760}$$

$$\log \mathrm{Vol.\ f.} = (\log 164 + \log. 740.81) - (\log 0.02246 + \log 760),$$

$$\log \mathrm{Vol.\ f.} = 2.1812770,$$

$$\mathrm{Vol.\ f.} = 151.80.$$

Le volume pris sur la cuve à eau après l'absorption de l'acide carbonique devient :

$$\mathrm{Vo} = \frac{159\,(753.1 - 11.31)}{1.04831 \times 760}$$

$$\log \mathrm{Vo} = (\log 159 + \log 741.79) - (\log 0.02049 + \log 760),$$

$$\log \mathrm{Vo} = 2.1703745,$$

$$\mathrm{Vo} = 148.04.$$

Si nous faisons la différence entre 148.04 et 151.80, nous avons l'acide carbonique produit, soit $3^{cc},76$.

La somme des volumes d'azote et d'oxygène étant égale à $148^{cc},04$, d'après

Pour rendre les résultats plus sensibles, nous avons disposé nos chiffres dans l'ordre suivant :

	Gaz primitif.	Gaz final.	Différences.
Volume total	150,21	151,80	+ 1,59
Oxygène	31,24	25,80	= 5,44
Acide carbonique	»	3,76	+ 3,76
Azote	118,97	121,24	+ 3,27

Dans les colonnes de 1 à 6, nous avons placé les numéros d'ordre, la nature de la plante employée, l'intensité de la lumière, le poids des organes sur lesquels ont porté nos recherches, la température et la durée des expériences. La plupart ont été faites dans l'obscurité ; quelques-unes seulement, sur les bourgeons et sur les tiges de Marronnier, ont été entreprises, soit à la lumière diffuse du laboratoire, soit au soleil, et dans ce cas portées à des températures variant de 15° à 30°. Les colonnes 7, 8 et 9 contiennent le volume primitif du gaz sur lequel on opérait. Le volume final se trouve inscrit dans les colonnes 10, 11, 12 et 13. L'oxygène absorbé est indiqué à la colonne 14 ; les résultats sont obtenus par la différence des chiffres de 8 et de 11.

La colonne 15 renferme l'azote apparu, lorsque le chiffre est précédé du signe + ; disparu, lorsque le chiffre est précédé du signe —. Enfin, en 16 et en 17 nous avons inscrit l'oxygène et l'acide carbonique absorbé et émis par 100 grammes en 10 heures, au milieu de l'atmosphère sur laquelle on opérait.

Ces deux séries d'expériences, faites par des méthodes différentes, devaient nous fournir un moyen de contrôle et

---

l'analyse citée plus haut, nous aurons le volume d'azote restant au moyen de la proportion suivante :

$$\frac{148.04}{x} = \frac{24.1}{19.9}$$

$$x = \frac{148.04 \times 19.9}{24.1} = 122.24.$$

Le volume de l'oxygène restant sera 25,80.

On connaît donc exactement la composition du gaz avant et après l'expérience.

nous montrer, par la plus ou moins grande concordance de nos chiffres, quelle confiance on pouvait attendre de nos manières d'opérer.

Ainsi, dans le tableau II, nous avons fait une expérience sur 50 grammes de rameaux de Marronnier, et nous avons trouvé $0^{gr},081$ d'acide carbonique produit, ce qui, pour 100 grammes de rameaux, en 10 heures, nous donne $0^{gr},034$.

Dans la deuxième série de recherches, nous avons aussi des expériences faites sur les mêmes rameaux. Mais au lieu de prendre 50 grammes, nous avons pris 5 grammes ; la durée de l'expérience est moitié moindre ; au lieu de peser l'acide carbonique, nous le mesurons. Dans ces nouvelles conditions, les résultats trouvés seront-ils, à peu de chose près, comparables à ceux du tableau II ?

Si nous nous reportons à l'expérience 73 du tableau VI, nous voyons que 5 grammes de rameaux de Marronnier à 15° ont donné en 21 heures $1^{cc},95$ d'acide carbonique, c'est-à-dire que 100 grammes donneraient en 10 heures $18^{cc},57$. Or, le poids de $18^{cc},57$ d'acide carbonique est de $18,57 \times 0,00197$ ($1^{gr},97$ étant le poids d'un litre d'acide carbonique), ce qui donne $0^{gr},036$.

La différence entre les deux expériences 21 du tableau II et 73 du tableau VI est donc de $0^{gr},002$, différence en plus dans le sens de la température la plus élevée, l'une des deux expériences étant faite à 13° et l'autre à 15°.

Il en est de même pour l'expérience 24 du tableau II et l'expérience 74 du tableau VI. Dans le premier cas, à la température de 28 degrés, 100 grammes de rameaux de Marronnier nous donnent, en 10 heures, $0^{gr},140$ d'acide carbonique ; dans le second cas, à la température de 30 degrés, 100 grammes nous donnent, en 10 heures, $87^{cc},52$, c'est-à-dire $0^{gr},172$. Différence, $0^{gr},032$, dans le sens de la température la plus élevée.

Respiration des pétales.

Toutes nos recherches ont porté sur des pétales assez grands et assez forts pour résister à nos expériences. Le premier fait qui ressort des chiffres consignés au tableau IV, c'est que dans les pétales l'activité respiratoire est très-accentuée. Ainsi qu'on l'a vu au tableau I, 10 grammes d'aiguilles de *Pinus Pinaster* ont donné en 10 heures, à la température de 13°, environ 3 centim. cubes d'acide carbonique; à la même température et dans les mêmes conditions, les pétales de Tulipes jaunes ont produit $7^{cc},41$, et ceux d'*Iris germanica*, $5^{cc},69$.

De même que dans les feuilles, ce dégagement d'acide carbonique augmente avec une élévation de température, et ici, comme on agit sur des organes privés de chlorophylle, la respiration est aussi manifeste au soleil qu'à l'obscurité (Cahours). Dans nos expériences, les éprouvettes étaient maintenues à l'obscurité, dans une masse d'eau d'un certain volume, de façon à avoir une température aussi constante que possible.

A 13°, 10 grammes de pétales d'*Iris germanica*, en 10 heures, ont donné $5^{cc},44$ d'acide carbonique; à 19°, le volume de gaz produit est $10^{cc},34$, à peu près le double.

Ainsi, dès que la température atteint 29°, nous voyons les pétales de Rose trémière et les pétales de Rose rouge exhaler plus de 20 centim. cubes d'acide carbonique en 10 heures pour 10 grammes d'organes mis en expérience. Dans nos premières recherches sur les Tulipes et les Pivoines, on peut voir, par les expériences 35, 36, 37, 38 et 39, que tout l'oxygène contenu dans l'éprouvette était fixé dans le végétal. L'absorption est telle que l'acide pyrogallique et la potasse ne se colorent même pas au contact des gaz restants. Un organe végétal placé à l'obscurité dans un mélange gazeux contenant de l'oxygène fixe ce dernier gaz avec une énergie aussi grande que le phosphore ou le pyrogallate de potasse. Mais, dès qu'il n'y a plus d'oxygène dans l'atmosphère en contact avec le pétale, la vie est-elle suspendue ou anéantie ? On peut voir, dans les expériences déjà citées, où tout l'oxygène a été absorbé, que les volumes d'acide carbonique produits sont ou inférieurs, ou très-peu supérieurs aux volumes d'oxygène disparus. On serait donc porté à croire, d'après ces expériences, que dans les pétales le dégagement d'acide carbonique s'arrêterait avec l'absorption d'oxygène. Il n'en est rien cependant. Placé dans un gaz inerte, un pétale, de même qu'une feuille, ne consent pas à mourir aussi facilement. Le dégagement d'acide carbonique continue; mais il continue aux dépens de la plante qui fournit tout à la fois et le carbone et l'oxygène. Nous reviendrons plus loin sur ce phénomène de combustion interne déjà étudié par nous dans notre premier mémoire, et qui vient de fournir à M. Müntz le sujet d'un important travail.

Comme les pétales sont des organes de courte durée, dont le rôle est terminé après la fécondation, c'est un peu avant ou au moment de l'épanouissement qu'il faut étudier leur respiration.

Prenons pour exemple l'expérience 47 du tableau IV. Cinq grammes de pétales de *Lilium candidum* à la température de 20° n'ont donné, en 49 heures, dans une atmosphère d'azote, que $3^{cc},84$ d'acide carbonique. Une expérience comparative (n° 46), faite dans l'air, a produit 23 centimètres cubes.

Pour nous rendre compte de ce que pouvait être ce dégagement dans un gaz inerte lorsque les pétales étaient bien vigoureux, nous avons opéré, en août 1875, sur les pétales d'une Rose rouge qui commençait à peine à s'épanouir. Nous avons placé 5 grammes de pétales dans l'hydrogène à la température de 23°,5 ; l'expérience a duré 22 heures. Les chiffres suivants, ramenés à 0° et à $0^m,760$, donnent les résultats :

	Gaz primitif.	Gaz final.	Différences.
Volume total...........	177,79	184,26	+ 6,47
Hydrogène.............	177,79	170,35	— 7,44
Acide carbonique.......	»	13,91	+ 13,91

Nous avons compté en hydrogène la petite quantité d'azote contenue dans les pétales, qui a pu se diffuser dans les gaz mis en expérience.

En résumé, à 23°,5, 10 grammes de pétales de Rose rouge

TABLEAU IV.

Nos D'ORDRE.	NATURE des FLEURS EMPLOYÉES.	POIDS des pétales.	TEMPÉRATURE.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE en heures.	VOLUME PRIMITIF			VOLUME FINAL.				OXYGÈNE ABSORBÉ.	AZOTE APPARU.	OXYGÈNE ABSORBÉ par 10 gram. de pétales en 10 heures.	ACIDE CARBONIQUE émis par 10 gram. de pétales en 10 heures.
					VOLUME total.	OXYGÈNE.	AZOTE.	VOLUME total.	OXYGÈNE.	AZOTE.	ACIDE carbonique.				
34	Tulipe jaune	5 gr.	13°	6 1/2	151.56	31.52	120.04	150.62	27.71	120.50	2.41	3.81	+ 0.46	11.72	7.41
35	—	10	22	26 1/2	147.36	30.65	116.71	143.68	»	117.32	26.36	30.65	+ 0.61	11.56	9.95
36	Tulipe rouge	7	20	45	147.16	30.61	116.55	147.36	»	117.64	29.72	30.61	+ 1.09	9.71	9.43
37	—	7	20	45	147.16	30.61	116.55	151.04	»	119.31	31.73	30.61	+ 2.76	9.71	10.07
38	Tulipe blanche	6	22	26 1/2	147.36	30.65	116.71	143.68	»	120.28	23.40	30.65	+ 3.57	9.64	7.35
39	Pivoine	8	22	27	147.36	30.65	116.71	148.28	»	115.62	32.66	30.65	— 1.09	14.19	15.12
40	Iris germanica	5	14	18	151.30	31.47	119.83	146.56	22.54	117.50	6.52	8.93	— 2.33	9.92	7.24
41	—	5	19	25 1/2	146.09	30.38	115.71	141.70	13.19	115.32	13.19	17.19	— 0.39	13.48	10.34
42	—	5	13	72	151.30	31.47	119.83	152.98	7.95	125.45	19.58	23.52	+ 5.62	6.53	5.44
43	Iris florentina	5	19	25 1/2	146.09	30.38	115.71	144.41	16.30	117.63	10.48	14.08	+ 1.92	11.04	8.22
44	—	5	19	25 1/2	146.09	30.38	115.71	141.70	15.07	115.78	10.85	15.31	+ 0.07	12.01	8.51
45	Lilium candidum	5	21	24 1/2	146.44	30.46	115.98	144.90	15.77	115.70	13.43	14.69	— 0.28	11.99	10.96
46	—	5	21	49	146.44	30.46	115.98	144.90	2.37	118.78	23.75	28.09	+ 2.80	11.46	9.69
47	—	5	21	49	146.44	»	146.44	152.15	»	148.31	3.84	»	+ 1.87	»	1.56
48	Lilium croceum	5	21	24 1/2	146.44	30.46	115.98	144.90	11.14	117.34	16.42	19.32	+ 1.36	13.40	15.77
49	—	5	21	49	146.44	30.46	115.98	147.16	»	119.13	28.03	30.46	+ 3.15	12.43	11.42
50	Hemerocallis fulva	5	21	5 1/2	146.44	30.46	115.98	146.44	25.54	117.78	3.12	4.92	+ 1.80	17.89	11.34
51	—	5	21	24 1/2	146.44	30.46	115.98	143.09	3.07	117.92	22.10	27.39	+ 1.94	23.25	18.41
52	Rose trémière jaune	5	29	20	144.69	30.09	114.60	140.60	3.96	115.10	21.54	26.13	+ 0.50	26.13	21.54
53	Rose trémière rouge	5	29	20	144.69	30.09	114.60	140.60	7.31	114.74	18.55	22.78	+ 0.14	22.78	18.55
54	Rose rouge	5	29	20	144.69	30.09	114.60	136.99	»	113.24	23.75	30.09	— 1.36	30.09	23.75
55	Bouton Iris germanica	5.5	13	72	122.93	25.56	97.37	118.19	6.69	98.11	13.39	18.87	+ 0.74	5.26	3.38
56	— Lilium candidum	3.53	21	26 1/2	146.44	30.46	115.98	146.72	19.36	116.80	10.56	11.10	+ 0.92	11.87	11.29
57	— Hemerocallis fulva	2.075	21	26 1/2	146.44	30.46	115.98	146.72	20	117.63	9.09	10.46	+ 1.65	19.02	16.53

donnent en dix heures 12^{cc},45 d'acide carbonique, soit 0^{gr},025.

Une autre expérience faite sur le même poids de pétales à une température qui a oscillé entre 25° et 27°, et qui a duré 26 heures, nous a donné les résultats suivants :

	Gaz primitif.	Gaz final.	Différences.
Volume total...........	179,62	196,29	+ 16,67
Hydrogène..............	179,62	175,24	— 4,38
Acide carbonique.......	»	21,05	+ 21,05

C'est-à-dire qu'à 26°, 10 grammes de pétales de Rose rouge donnent en 10 heures 16^{cc},84 d'acide carbonique pesant 0^{gr},023.

Ce chiffre est inférieur à celui obtenu dans l'air, puisque, à une température peu différente, 29° (expérience 54 du tableau IV), 10 grammes de pétales en 10 heures ont produit 23^{cc},75.

On peut donc conclure de ces expériences que le dégagement d'acide carbonique dans un gaz inerte s'étend aussi bien aux organes floraux qu'aux feuilles d'un végétal.

Nous avons comparé précédemment la respiration des pétales à celle des aiguilles de Pin maritime pour une même température, et nous croyons avoir démontré qu'elle lui est bien supérieure. Mais les pétales ne jouissent pas seuls de cette propriété de dégager de fortes proportions d'acide carbonique. Tout organe jeune en voie de formation respire avec une grande énergie. Nous renvoyons le lecteur au tableau V, expériences 69 et 70. Le 4 mai 1876, 10 grammes de jeunes feuilles de Marronnier ont donné, en 10 heures, à 13°, 15^{cc},54 d'acide carbonique, quantité supérieure à celle donnée par les pétales d'*Iris germanica* ou de Tulipe jaune à la même température. Nous verrons du reste, plus loin, en traitant de la respiration des bourgeons, le même phénomène se reproduire.

Cette absorption d'oxygène est-elle utile à la fleur ? De Saussure, qu'on ne saurait trop consulter lorsqu'il s'agit des grandes questions de physiologie végétale, dit dans ses *Recherches chimiques sur la végétation :* « Les fleurs, même celles des plantes aquatiques, ne se développent point dans le gaz azote pur. Leurs boutons près de s'y épanouir y sont comme paralysés ; et ces parties épanouies ou non s'y putréfient plus vite que sous des récipients pleins d'air commun. »

Cette perte de carbone par combinaison avec l'oxygène de l'air, essentiellement nécessaire à la vie de la fleur, produit comme toute combustion une certaine quantité de chaleur. Dans les feuilles, cette chaleur paraît être utilisée à la formation des principes immédiats. Il était logique de penser que dans les fleurs elle favorisait l'élaboration de ces principes odorants quelquefois si fugaces, qui varient avec la nature de la plante : essence de roses, de jasmin, de girofle, etc. Mais M. Cahours (1) a démontré qu'il n'existait pas de relation entre la production des principes odorants et l'énergie de la respiration. Si la chaleur développée n'est pas employée au fur et à mesure de sa production à la formation de principes immédiats, si elle n'est point une cause de formation de corps nouveaux, elle doit être sensible ; et c'est en effet ce qui arrive pour certaines fleurs. On sait que, grâce à la disposition des organes floraux de quelques *Arum*, on peut avec un simple thermomètre déceler au moment de la floraison des élévations de température de 5 à 6 degrés. Cette chaleur n'est due qu'à une combustion produite par l'oxygène de l'air atmosphérique, puisque, plus l'accroissement de température est grand, plus grande aussi est l'absorption d'oxygène. C'est ce qu'a parfaitement démontré M. Garreau dans son mémoire publié en 1852 aux *Annales des sciences naturelles* (2) : « La chaleur qui se manifeste dans le spadice de l'*Arum italicum* croît avec la quantité d'oxygène que cet organe consomme dans un temps donné. »

De plus, dans une même fleur, ce sont les organes floraux les plus importants qui respireront avec le plus d'énergie. « Des divers éléments qui constituent la fleur, ce sont le pistil et les étamines, en qui réside la plus grande puissance de vitalité, qui consomment la plus grande quantité d'oxygène et produisent la plus forte proportion d'acide carbonique. » (Cahours.)

---

(1) Cahours, *Comptes rendus*, 1864, t. LVIII, p. 1206.

(2) Garreau, *Relations qui existent entre l'oxygène consommé par le spadice de l'*Arum italicum *en état de paroxysme et la chaleur qui se produit* (**Ann. sc. nat.**, 3^e^ sér., 1851, t. XVI, p. 250).

Enfin, nous ferons remarquer que, dans toutes les expériences comprises dans le tableau IV, le volume d'acide carbonique produit est toujours inférieur à celui de l'oxygène absorbé. Lorsque l'expérience dure peu de temps (n° 34), le rapport est $\frac{2,41}{3,81} = 0,64$. Au contraire, lorsque l'expérience est de longue durée (n° 49), le rapport tend devant l'unité ; il devient $\frac{28,03}{30,46} = 0,92$.

Des expériences faites sur des boutons entiers d'*Iris germanica*, de *Lilium candidum* et d'*Hemerocallis fulva* (exp. 55, 56 et 57) nous ont donné les mêmes résultats. Excès de l'oxygène absorbé sur l'acide carbonique produit. L'expérience 55 nous montre même une grande différence entre les deux volumes, car pour $13^{cc},39$ d'acide carbonique apparu, il a disparu $18^{cc},87$ d'oxygène : le rapport serait $\frac{13,39}{18,87} = 0,72$.

En résumé, à des températures comprises entre 13 et 29 degrés, les pétales mis en expérience ont toujours absorbé plus d'oxygène qu'ils n'ont émis d'acide carbonique.

Nous devons aussi appeler l'attention sur ce fait que lorsque deux plantes du même genre ont des pétales blancs ou colorés, les pétales blancs semblent toujours donner, à l'obscurité, un volume d'acide carbonique plus faible. C'est ainsi qu'en dix heures, à 19 degrés, 100 grammes de pétales blancs d'*Iris florentina* donnent 83 centimètres cubes d'acide carbonique, et que 100 grammes de pétales violets d'*Iris germanica* fournissent 103 centimètres cubes. Les pétales du *Lilium candidum*, à 21 degrés, exhalent 109 centimètres cubes ; ceux du *Lilium croceum*, à la même température, 157 centimètres cubes. Il en est de même pour les Tulipes jaunes et blanches. Les expériences faites sur la Tulipe rouge ne peuvent pas servir de termes de comparaison, parce qu'elles ont duré trop longtemps. On comprend très-bien qu'exposés à la lumière et à la chaleur solaire, la température des pétales colorés soit plus élevée que celle des pétales blancs. Leur pouvoir absorbant est évidemment plus grand. La température étant différente, la respiration l'est aussi. Mais on s'explique moins bien qu'à l'obscurité les différences soient encore aussi accusées. Il semblerait donc ici que la chaleur plus ou moins grande reçue par des pétales différents agit encore après le départ de la source qui l'a produite. Nos recherches n'ayant pas d'ailleurs porté spécialement sur ce sujet, nous nous contentons de le signaler en passant.

Respiration des bourgeons.

Les expériences ont porté sur les bourgeons floraux de l'*Æsculus Hippocastanum*; elles ont été exécutées au mois d'avril, au moment où la combustion végétale reprend toute son activité. On voit, par les expériences 58, 59, 60 et 61, qu'une différence de 15 degrés dans la température fait varier du simple au double la production de l'acide carbonique. 5 grammes de bourgeons, en vingt et une heures, à 15 degrés, ont donné $10^{cc},29$ d'acide carbonique; à 30 degrés, le volume de gaz recueilli est $21^{cc},24$. Si nous comparons ces quantités à celles produites par de très-jeunes feuilles de Marronnier, le 3 mai, nous voyons qu'elles leur sont inférieures. Cependant M. Garreau avait annoncé que les bourgeons, en respirant, consument plus de carbone qne les feuilles (1). Mais cette différence entre les conclusions du savant physiologiste et les nôtres tient à ce que nous avons toujours pris les bourgeons avant que les écailles fussent entr'ouvertes, c'est-à-dire au moins dix ou quinze jours avant l'épanouissement. M. Garreau mentionne, dans plusieurs de ses expériences, l'épanouissement des bourgeons dans ses appareils. Le point important pour nous était du reste de connaître le rapport de l'acide carbonique émis à l'oxygène consommé. On voit, par les expériences 58, 59, 60, 61, 62 et 63, que le rapport des deux gaz n'est point constant. Une fois, à 12 degrés (n° 63), il y a eu un petit excès d'acide carbonique; les autres fois, au contraire, une légère diminution (n^{os} 58, 60). Dans tous les cas, les différences sont peu accusées.

---

(1) Garreau, *De la respiration chez les plantes* (*Ann. sciences nat.*, 3e sér., 1851, XV).

Au contraire, dès que la jeune feuille est formée, lorsqu'elle a encore une couleur vert tendre, elle respire avec une grande énergie, et elle fixe notablement plus d'oxygène qu'elle n'en émet à l'état d'acide carbonique.

En dix heures, 10 grammes de feuilles ont produit 1^{cc},5 d'acide carbonique et ont absorbé 19 centimètres cubes d'oxygène; ce qui, pour 100 centimètres cubes d'oxygène absorbé, représente 81^{cc},5 d'acide carbonique produit. La différence entre les deux gaz absorbés et émis est ici nettement accusée.

Il semble qu'au moment de ce rapide accroissement, la plante, aussi bien que la graine en germination, a besoin de produits oxydés, et qu'elle retient avec énergie une partie de l'oxygène qu'elle inspire.

Influence de la composition de l'atmosphère ambiante sur la respiration des bourgeons.

Dans leurs recherches antérieures, M. Dehérain et l'auteur de ce mémoire avaient démontré que lorsque l'on compare les chiffres obtenus par la respiration des feuilles dans l'oxygène pur à ceux fournis par les expériences exécutées dans l'air, on trouve des différences peu sensibles. Cependant les plantes maintenues dans l'oxygène semblaient nous avoir donné un petit excès d'acide carbonique.

Si l'on vient à étendre les mêmes recherches aux bourgeons, on trouve des différences plus notables. Ainsi, à 75 degrés (n° 67), 100 grammes de rameaux de Marronnier munis de leurs bourgeons donnent en dix heures, dans l'oxygène, 149^{cc},25 d'acide carbonique; dans les mêmes conditions de durée, des rameaux identiques n'exhalent dans l'air que 76^{cc},28. Mais

TABLEAU V.

Nos D'ORDRE.	NATURE DE LA PLANTE employée.	INTENSITÉ de la LUMIÈRE.	POIDS DES ORGANES mis en expérience.	TEMPÉRATURE.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE en heures.	VOLUME PRIMITIF.			VOLUME FINAL.				OXYGÈNE ABSORBÉ.	AZOTE APPARU.	OXYGÈNE ABSORBÉ par 100 gram. de bourgeons en 10 heures.	ACIDE CARBONIQUE émis par 100 gram. de bourgeons en 10 heures.
						VOLUME total.	OXYGÈNE.	AZOTE.	VOLUME total.	OXYGÈNE.	AZOTE.	ACIDE carbonique.				
	Marronnier (avril).															
58	Bourgeons...	Lumière diffuse.	5 gr.	15°	21	150.40	31.28	119.12	149.55	19.21	120.05	10.29	12.07	+ 0.93	114.95	98
59	—	Lumière diffuse.	5	30	21	150.40	31.28	119.12	151.44	9.59	120.61	21.24	21.69	+ 1.49	206.57	202.28
60	—	Obscurité.	5	15	21	150.40	31.28	119.12	147.87	18.48	118.93	10.46	12.80	— 0.19	121.90	99.62
61	—	—	5	30	21	150.40	31.28	119.12	155.23	18.75	120.31	16.17	12.53	+ 1.19	59.66	154
62	—	Lumière diffuse.	10	12	48	147.17	30.61	116.56	150.04	4.73	118.96	26.35	25.88	+ 2.40	53.54	54.89
63	—	—	5	12	48	147.17	30.61	116.56	150.04	17.04	121.57	11.43	13.57	+ 5.01	56.54	47.68
64	Bourgeons et rameaux.	—	5	15	21	150.40	31.28	119.12	149.55	22.03	119.51	8.01	9.25	+ 0.39	88.09	76.28
65	—	Obscurité.	15	15	25	149.14	31.02	118.12	165.96	»	121.52	44.44	31.02	+ 3.40	82.72	118.50
66	—	—	16	15	67	146.38	30.44	115.94	178.97	»	118.59	60.38	30.44	+ 2.65	28.39	56.32
67	—	—	15	15	26	149.14	149.14	»	138.33	75.22	5	58.21	73 92	+ 5	189.53	149.25
68	—	—	15	15	97	149.14	149.14	»	131.66	21.22	5	105.44	127.92	+ 5	87.92	72.47
69	Feuilles (4 mai).	—	4.5	13	20	150.24	31.25	118.99	144.83	14	116.84	13.99	17.25	— 2.15	191.66	155.44
70	—	—	4.5	13	20	150.24	31.25	118.99	144.83	14.93	116.26	13.64	16.32	— 2.73	181.33	151.55

dans le premier cas, comme dans le second exemple, à 15 degrés ils absorbent plus d'oxygène qu'ils n'émettent d'acide carbonique. Dans l'oxygène, la différence en vingt-six heures a été de 15 centimètres cubes.

La seconde expérience exécutée dans l'oxygène (n° 68) nous montre clairement l'influence fâcheuse d'un excès d'acide carbonique sur la respiration. Si les rameaux ne restent confinés dans une atmosphère de 150 centimètres cubes que vingt-six heures, le dégagement calculé pour 100 grammes en dix heures est $149^{cc},25$; si au contraire l'expérience dure quatre-vingt-dix-neuf heures, bien qu'il reste encore un petite quantité d'oxygène, le dégagement moyen dans les mêmes conditions n'est plus que $72^{cc},47$.

On voit par les expériences 65 et 66 qu'après avoir absorbé tout l'oxygène de l'air qui les entoure, les bourgeons, comme les feuilles et les pétales, continuent d'émettre de l'acide carbonique, puisque le volume de ce gaz est bien supérieur à celui de l'oxygène disparu.

Respiration des rameaux.

Le tableau VI renferme nos expériences sur les rameaux. Les expériences 78 à 85 ont été faites en avril 1873, 86 et 87 en janvier 1877. Les premières recherches ont porté sur les rameaux de Marronnier ; elles ont été exécutées, soit à la lumière diffuse, soit à l'obscurité, à des températures de 15 et de 30 degrés. Les quatre premières expériences, ayant eu la même durée, vingt et une heures, sont donc parfaitement comparables. A 15 degrés, à l'obscurité, 5 grammes de rameaux donnent $1^{cc},95$ d'acide carbonique et fixent $3^{cc},92$ d'oxygène ; le rapport des deux gaz est $\frac{1,95}{3,92} = 0,497$. A 30 degrés, le même poids de rameaux fournit $9^{cc},19$ d'acide carbonique, absorbe $3^{cc},69$ d'oxygène ; le rapport devient $\frac{9,19}{3,69} = 2,49$.

Dans le premier cas, l'acide carbonique exhalé ne représentait pas la moitié de l'oxygène fixé ; dans le second cas, son volume était plus du double de celui de l'oxygène.

TABLEAU VI.

Nos D'ORDRE.	NATURE DES RAMEAUX employés.	INTENSITÉ de la LUMIÈRE.	POIDS	TEMPÉRATURE.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE en heures.	VOLUME PRIMITIF			VOLUME FINAL				OXYGÈNE ABSORBÉ.	AZOTE APPARU.	OXYGÈNE ABSORBÉ par 100 gram. de tiges en 10 heures.	ACIDE CARBONIQUE émis par 100 gram. de tiges en 10 heures.
						VOLUME total.	OXYGÈNE.	AZOTE.	VOLUME total.	OXYGÈNE.	AZOTE.	ACIDE carbonique.				
71	Marronnier. .	Lumière diffuse.	gr. 5	15°	21	150.40	31.28	119.12	147.87	28.31	116.42	3.14	2.97	— 2.70	28.28	29.90
72	Id. ...	—	5	30	21	150.40	31.28	119.12	155.23	27.69	120.98	6.56	3.59	+ 1.86	34.19	62.47
73	Id. ...	Obscurité.	5	15	21	150.40	31.28	119.19	147.87	27.36	118.56	1.95	3.92	+ 0.56	37.33	18.57
74	Id. ...	—	5	30	21	150 40	31.28	119.12	159.01	27.59	122.23	9.19	3.69	+ 3.11	35.14	87.52
75	Id. ...	Lumière diffuse.	10	12	48	147.17	30.61	116.56	150.04	3.20	119.27	27.57	27.41	+ 2.71	57.10	57.44
76	Pistacia chia. .	Obscurité.	10	15	45	144.95	30.15	114.80	147.42	17.71	116.43	13.28	12.44	+ 1.63	27.64	29.51
77	Fraximus aurea.........	—	10	15	45	144.95	30.15	114.80	141.88	10.76	114.66	16.46	19.39	— 0.14	43.08	36.57
78	Ailantus glandulosa.......	—	10	15	45	144.95	30.15	114.80	146.20	15.40	114.20	16.40	14.75	— 0.60	32.71	36.44
79	Juglans regia.	—	10	15	47	146.02	30.37	115.65	146.04	17.57	116.96	11.51	12.80	+ 1.31	27.23	24.89
80	Robinia pseudacacia. .	—	10	15	47	146.02	30.37	115.65	151.65	19.72	118.99	12.96	10.65	+ 3.34	22.66	27.53
81	Catalpa syringæfolia....	—	10	15	47	146.02	30.37	115.65	146.04	18.03	117.80	10.21	12.34	+ 2.15	26.25	21.72
82	Taxus baccata	—	10	15	46	149.58	31.11	118.47	146.44	20 83	117.65	7.96	10.28	— 0.82	22.34	17.30
83	Ginkgo biloba.	—	10	15	46	149.58	31.11	118.47	145.50	16.30	117.73	11.47	14.81	— 0.74	32.19	24.93
84	Pinus silvestris.........	—	5	15	47	151.40	31.49	119.91	151.61	11.18	122.41	18 02	20.31	+ 2.50	86.42	76.68
85	Picea excelsa.	—	5	15	47	151.40	31.49	119.91	151.40	15.58	123.29	20.13	15.91	+ 3.48	67.70	85.66
86	Fraxinus aurea.........	—	10	15	48	187.02	38.90	148.12	186.12	29.66	149.79	6.67	9.24	+ 1.67		
87	Pistacia chia.	—	10	15	48	187.02	38.90	140.12	187.04	31.55	148.73	6.76	7.35	+ 0.61		

C'est là le premier exemple bien marquant de l'influence de la température, non-seulement sur le dégagement de l'acide carbonique, mais encore sur le rapport des deux gaz absorbé et émis. Une différence de 15 degrés peut donc sur un rameau de Marronnier amener une fixation ou une déperdition d'oxygène, puisque, suivant la température, la quantité d'acide carbonique dégagé sera plus petite ou plus grande que la quantité d'oxygène consumé.

La chaleur obscure ayant une telle action sur la respiration des rameaux, il nous a paru intéressant de voir quelle serait alors l'action de la lumière diffuse. Les expériences 71 et 72, faites à 15 et à 30 degrés le même jour et dans les mêmes conditions que les précédentes, vont nous aider à résoudre cette question. A 15 degrés, 5 grammes de rameaux, à la lumière diffuse du laboratoire, ont donné $3^{cc},14$ d'acide carbonique contre $2^{cc},97$ d'oxygène fixé ; le rapport est $\frac{3,14}{2,97} = 1,06$; par conséquent, nous pouvons dire que dans ce cas la lumière agit comme la chaleur obscure.

A 30 degrés (expérience 72), la différence est encore plus sensible ; le rapport devient $\frac{6.56}{3,59} = 1,82$. Si l'on répète la même expérience à une température un peu inférieure 12 degrés (n° 75), on voit que le rapport des deux gaz est à peu près égal à l'unité.

Avant de continuer ces recherches sur le Marronnier, nous avons tenu à nous assurer si, à une température de 15 degrés, on pourrait considérer comme général ce fait, que les rameaux à l'obscurité absorbent plus d'oxygène qu'ils n'émettent d'acide carbonique. Nous avons étudié la respiration des rameaux suivants : *Pistacia chia*, *Fraxinus aurea*, *Ailantus glandulosa*, *Juglans regia*, *Robinia Pseudacacia*, *Catalpa syringæfolia*, *Taxus baccata*, *Ginkgo biloba*, *Pinus silvestris* et *Picea excelsa*. Sur trente expériences, nous en avons trouvé vingt qui nous ont donné un excès d'oxygène absorbé et dix qui nous ont donné un excès d'acide carbonique émis. La différence entre les deux volumes gazeux expiré et inspiré était en tout cas bien inférieure à celle donnée par les rameaux de Marronnier à une température de 30 degrés. Nous n'avons cité dans le tableau VI qu'une partie de ces expériences.

Nous devons aussi faire remarquer que ce dégagement d'acide carbonique par les rameaux d'une même plante varie non-seulement avec la température, mais encore avec la saison. 10 grammes de *Fraxinus aurea* en avril, à 15 degrés, ont donné en 45 heures 16 centim. cubes d'acide carbonique. Au mois de janvier, la quantité produite dans les mêmes conditions n'est plus guère que de 6 cent. cubes. Nous avons eu déjà occasion de signaler ce fait dans la première partie de notre travail; nous ne faisons que le rappeler en passant. Le *Pistacia chia* exhale à la même température, en avril 13 centim. cubes. en janvier 6 centim. cubes. Le rapport même de l'acide carbonique émis à l'oxygène observé peut varier avec la saison, ainsi que le démontrent les expériences 76 et 87. Toutes les recherches qui n'ont pas été faites au printemps nous ont donné un excès d'oxygène absorbé.

Voulant nous rendre bien compte de cette influence de la température sur l'absorption de l'oxygène par les rameaux de Marronnier à fleurs blanches, nous avons en 1878 repris ces expériences. Nous opérions alors sur des rameaux terminaux munis de leurs bourgeons; les résultats sont consignés dans le tableau VII.

Tant que la température a été de 15° environ (expér. 88, 89, 90), il y a toujours eu prédominance du volume de l'oxygène absorbé sur celui de l'acide carbonique émis. Dans une de nos expériences (n° 91), qui a duré 30 heures, nous avons exposé l'éprouvette au soleil pendant trois heures. Nous avons constaté alors que pour $5^{cc},14$ d'oxygène pris, il y avait eu émission de $7^{cc},13$ d'acide carbonique. Dans ce cas, la plante s'use doublement, elle cède tout à la fois et le carbone et une partie de l'oxygène exhalé à l'état d'acide carbonique.

La chaleur lumineuse n'agit ici que par le calorique qu'elle fournit à la plante, car la chaleur obscure donne les mêmes résultats. A 40°, en deux heures, un rameau de Marronnier de 20 grammes (n° 92) n'a absorbé que $1^{cc},35$ d'oxygène, et il a émis $6^{cc},11$ d'acide carbonique. On voit donc que dans ce cas une élévation de température renverse complétement le phénomène. Suivant que l'on opérera à 30° ou 40°, il y aura prépondérance de l'action oxydante ou de l'action réductrice. Nous pouvons en effet considérer comme un phénomène réducteur l'émission de cet excès d'acide carbonique, puisque des hydrates de carbone, comme l'amidon, la glycose ou la cellulose, devront perdre par ce dégagement beaucoup plus d'oxygène que de carbone.

Ces recherches ont été étendues aux rameaux de Conifères. Les résultats n'ont pas été cités dans ce mémoire, parce qu'ils sont peu concordants. Le phénomène se compliquait beaucoup. On sait que les rameaux de Conifères renferment dans leur parenchyme fondamental de nombreuses cellules à chlorophylle. De plus, lorsqu'on coupe une aiguille attenante au rameau, la section ne tarde pas à se recouvrir d'une gouttelette de liquide qui peut avoir une action sur l'oxygène qui se trouve en contact avec elle. M. Chatin (1) a démontré en effet que l'on pouvait extraire de certaines plantes, les orobanches par exemple, un liquide huileux qui, au soleil, absorbait de l'oxygène et émettait de l'acide carbonique. Il ne nous était donc pas permis d'expérimenter sur des rameaux de Conifères ainsi mutilés.

Nous avons pensé qu'il était important d'étendre cette étude aux rameaux munis de leurs feuilles, et nous avons fait les expériences consignées dans le tableau n° VII.

Influence de la température sur le rapport de l'acide carbonique émis à l'oxygène absorbé.

Tout organe végétal vivant (graine en germination, bourgeon, feuille, rameau, fleur, racine) absorbe de l'oxygène et émet de l'acide carbonique. C'est là un fait général caractéristique de la vie. Existe-t-il un rapport simple entre les volumes des deux gaz inspiré et exhalé ? Nos expériences tendent à démontrer qu'en général :

---

(1) *Sur la respiration des Orobanches*, par M. Chatin (*Bull. de la Société botanique de France*, 1856, III, p. 660).

1° A basse température, il y a plus d'oxygène absorbé que d'acide carbonique émis ;

2° Qu'il existe pour les végétaux une température variable avec l'espèce, pour laquelle le volume d'oxygène est à peu de chose près remplacé par un égal volume d'acide carbonique ;

3° Que si l'on dépasse cette température, la production de l'acide carbonique surpasse l'absorption d'oxygène.

Prenons un exemple. Le *Pinus Pinaster*, à 0° (exp. 1, tabl. I), absorbe $7^{cc},77$ d'oxygène, émet $3^{cc},90$ d'acide carbonique; c'est-à-dire pour 100 d'oxygène exhale 50 d'acide carbonique. A 13 degrés (exp. 3, tableau I), pour la même quantité d'oxygène, il émet 77 de gaz carbonique, et à 40 degrés (exp. 96, tableau VII), il en dégage 114.

Pour les Conifères en général, c'est entre les températures de 30 et de 35 degrés que le dégagement d'acide carbonique égale l'absorption d'oxygène. Lorsque, pour les plantes de cette famille, on arrive à des températures de 40 ou 42 degrés, le dégagement d'acide carbonique surpasse l'absorption d'oxygéne. Nous citerons les expériences faites sur le *Pinus excelsa*, le *Pinus Pinaster*, l'*Abies Pinsapo*, et l'*Abies Nordmanniana*.

A 38 degrés, il y a, pour 100 d'oxygène absorbé, 122 d'acide carbonique produit par l'*Abies Pinsapo*, 107 par le *Pinus excelsa*, et 108 par l'*Abies Nordmanniana*.

Nous devons faire remarquer que ce rapport même, de la quantité d'oxygène absorbé à la quantité d'acide carbonique émis, varie pour la même plante avec son état de santé et avec son plus ou moins grand développement. C'est ainsi que des rameaux de *Pinus excelsa* cultivés au Muséum et un peu souffreteux nous donnaient à 40 degrés des quantités d'acide carbonique bien supérieures, par rapport à 100 d'oxygène, à celles données par des individus sains et vigoureux cultivés à quelques lieues de Paris.

Cette température extrême au delà de laquelle la production d'acide carbonique surpasse l'absorption d'oxygène varie singulièrement d'une espèce à l'autre. Si nous opérons sur les Conifères, plantes en général des pays froids, une température de 40 degrés sera suffisante pour déterminer le dégagement d'un excés d'acide carbonique. Au contraire, une plante des pays chauds, comme l'*Eucalyptus Globulus*, ne nous donnera guère, à 40 degrés, qu'un volume de gaz carbonique égal à celui de l'oxygène inspiré.

Jetons un coup d'œil sur les expériences 107, 108, 109, du tableau VII. A 0 degré, pour 100 d'oxygène, l'*Eucalyptus* produit 69 d'acide carbonique ; à 14 degrés, 74 ; à 40 degrés, 92.

Le *Ficus elastica*, qui à 15 degrés absorbe plus d'oxygène qu'il n'émet d'acide carbonique, donne au contraire un petit excès de ce dernier gaz à 40 degrés (expér. 105, tableau VII). Il en est de même pour l'*Evonymus japonicus*, à 41 degrés (expér. 102). Le *Cerasus Laurocerasus*, à 0 degré, pour 100 d'oxygène, émet 78 d'acide carbonique ; à 41 degrés, il en dégage 85 (expér. 98, 99).

On est conduit à se demander si, à l'obscurité, toutes les parties d'un végétal maintenues à des températures inférieures à 20 degrés absorbent en général plus d'oxygène qu'elles n'émettent d'acide carbonique. Toutes les expériences que nous avons faites sur ce sujet sont concordantes.

On sait, par exemple, que les racines des plantes absorbent de l'oxygène et émettent de l'acide carbonique. MM. P.-P. Dehérain et J. Vesque (1) ont encore appelé récemment l'attention sur ce fait, qu'une racine respire comme les autres organes végétaux, quand la fonction chlorophyllienne n'est pas en jeu. M. Corenwinder (2) a même démontré que ce dégagement d'acide carbonique augmentait lorsque la température s'élevait ou que les feuilles venaient à tomber. Enfin, depuis Saussure,

---

(1) P.-P. Dehérain et J. Vesque, *Sur la respiration des racines* (*Ann. sc. nat.*, 1876, t. III, p. 827 ; *Ann. agron.*, t. II, p. 512).

(2) *Annales agronomiques*, t. II, p. 575.

TABLEAU VII.

Nos D'ORDRE.	DATE de L'EXPÉRIENCE.	NATURE DE LA PLANTE employée.	INTENSITÉ de la LUMIÈRE.	POIDS DES ORGANES mis en expérience.	TEMPÉRATURE.	DURÉE DE L'EXPÉRIENCE en heures.	VOLUME PRIMITIF.			VOLUME FINAL.				OXYGÈNE ABSORBÉ.	AZOTE APPARU.
							VOLUME total.	OXYGÈNE.	AZOTE.	VOLUME total.	OXYGÈNE.	AZOTE.	ACIDE carbonique.		
88	9 janvier...	Rameau de Marronnier.....	Obscurité.	10 gr.	15°	48	187.02	38.90	148.12	187.04	28.36	150.25	8.43	10.54	+ 2.13
89	11 janvier...	—	—	10	14	28	184.28	38.33	145.95	183.90	33.45	148.07	2.38	4 88	+ 2.12
90	29 mars.....	—	Lumière diffuse.	5	15	24	187.17	38.91	148.26	186.57	31.99	150.02	4.56	6.92	+ 1.76
91	30 mars.....	—	3 heures soleil.	5	15	30	188.45	39.19	149.26	192.43	34.05	151.25	7.13	5.14	+ 1.99
92	10 décembre.	—	Obscurité.	21	40	2	148.34	30.85	117.49	154.79	29.48	119.20	6.11	1.37	+ 1.71
93	5 novembre.	Ginkgo biloba, rameau et feuilles....	—	10.7	40	3 1/2	173.01	36.02	136.99	173.96	22 82	138.15	12.79	13.20	+ 1.16
94	9 novembre.	Pinus excelsa.	—	26.9	40	2	154 86	32.21	122.65	162.15	12 31	125.33	24.51	19.90	+ 2.68
95	4 décembre.	—	—	12	38	2 1/2	148.61	30.91	117.70	149 45	17.22	117.54	14.69	13.69	— 0.16
96	9 novembre.	Pinus Pinaster.	—	26.4	40	2	157.69	32.80	124.89	161.21	6.45	124.59	30.17	26 35	— 0.30
97	4 décembre.	Abies Pinsapo.	—	12.5	38	2 1/2	141.18	29.36	111.82	143.87	18.17	111.94	13.76	11.49	+ 0.12
98	20 décembre.	Cerasus Laurocerasus. ...	—	14.5	0	24	149.10	31.01	118.09	148.18	26.13	118.23	3.82	4.88	+ 0.14
99	19 novembre.	Cerasus Laurocerasus	—	9.1	41	3 1/2	150.35	31.27	119.08	149.37	16.09	120.35	12.93	15.18	+ 1.27
100	16 novembre.	Evonymus japonicus......	—	11.7	38	2	142.65	29.67	112.98	142.33	18.07	113.17	11.09	11.60	+ 0.19
101	—	—	—	10.6	38	2	157.47	32.75	124.72	158.97	22.99	126.74	9.24	9.76	+ 2.02
102	19 novembre.	—	—	15.7	41	3 1/2	150.35	31.27	119.08	153.15	7.47	119.49	26.19	23.80	+ 0.41
103	16 novembre.	Ailantus glandulosa......	—	3.8	38	2	146.36	30 44	115.92	146.95	18.36	116.58	12.08	12.01	+ 0.66
104	10 décembre.	Abies Nordmanniana.......	—	16.5	38	2	148.34	30.85	117.49	149.55	21.58	117.81	10.16	9.27	+ 0.32
105	5 janvier...	Ficus elastica.	—	18	40	2	148.68	30.92	117.76	151.39	25.05	119.97	6.37	5.87	+ 0.21
106	5 janvier...	Benthamia fragifera......	—	9	40	2	148.68	30.92	117.76	148.60	23.90	118.83	6.37	7.02	+ 0.57
107	4 janvier...	Eucalyptus Globulus.......	—	14	0	24	150.21	31.24	118.97	151.80	25.80	122.24	3.76	5.44	+ 3.27
108	11 janvier...	—	—	3.5	14	28	184.28	38.33	145.95	182.03	30.08	145.78	6.17	8.25	— 0.17
109	5 janvier...	—	—	13	40	2	184.68	30.92	117.76	149.53	20.01	119.43	10.09	10.91	+ 1.67

on connaît ce fait, que des racines séparées de leur tige donnent de plus grandes quantités d'acide carbonique que lorsqu'elles sont liées au végétal qu'elles supportent.

Nous avons pris une racine de Buis, nous l'avons placée dans une de nos éprouvettes, en contact avec de l'air atmosphérique, et au bout de 45 heures nous avons mis fin à l'expérience. La température avait été de 15 degrés.

	Gaz primitif.	Gaz final.	Différences.
Volume total..........	236,65	235,30	— 1,35
Oxygène................	51,37	31,59	— 19,78
Acide carbonique.......		13,07	+ 13,07
Azote..................	184,28	190,64	+ 6,36

Pour $19^{cc},78$ d'oxygène pris, il s'est dégagé $13^{cc},07$ d'acide carbonique. On voit donc encore que, pour une racine de Buis séparée de la tige et maintenue dans l'obcurité, il y a, à 15 degrés plus d'oxygène pris que d'acide carbonique exhalé.

Nous n'avons pas voulu répéter cette expérience à 40 degrés, estimant que les conditions physiologiques de vie d'une racine ne permettent pas une semblable élévation de température.

Nous avons démontré précédemment que les rameaux se comportaient comme les feuilles. Il y a donc dans la respiration végétale, comme dans la respiration animale, une variation dans le rapport de l'oxygène consommé et de l'acide carbonique exhalé. Les travaux classiques de W. Edwards (1) ont depuis longtemps démontré ce fait, déjà signalé par Lavoisier, que le volume d'oxygène absorbé par un animal est en général plus grand que le volume de l'acide carbonique exhalé. En 1821, M. W. Edwards constata non-seulement que la proportion entre l'oxygène qui disparaît et l'acide carbonique produit est très-variable, mais que ces variations sont si grandes, que tantôt la différence est presque nulle, tandis que d'autres fois ce dernier gaz ne représente pas les deux tiers du premier. Ce savant physiologiste a démontré combien grande était l'influence de l'espèce et du régime sur ce dégagement et cette absorption du gaz.

---

(1) W. Edwards, *Influence des agents physiques sur la vie*, p. 417.

Mais c'est surtout si nous comparons la respiration végétale à celle des animaux à sang froid, que nous rencontrons une coïncidence remarquable. Nous savons qu'une élévation de température active non-seulement la production de l'acide carbonique dans les végétaux, mais encore augmente la proportion de l'acide carbonique produit par rapport à l'oxygène pris. Or, M. Milne Edwards faisant, dans ses belles leçons sur la physiologie, l'analyse des travaux de Regnault et Reiset s'exprime ainsi : « Pour les animaux à sang froid, l'excitation produite par l'action peu prolongée de la chaleur paraît augmenter la production relative de l'acide carbonique. Ainsi, on voit que dans les expériences de MM. Regnault et Reiset, faites en mars, quand la température était de 7 degrés, la proportion de l'acide carbonique exhalé était à celle de l'oxygène consommé par des Lézards comme 73 est à 100, tandis que dans une autre série d'expériences faites en mai par une température de 23 degrés, elle s'est élevée à 75 pour 100 (1). »

Pour les animaux à sang chaud, le phénomène est inverse. M. W. Edwards a prouvé que l'action tonique du froid augmente la part affectée à la combustion du carbone dans l'emploi de l'oxygène absorbé ; la respiration croît à mesure que la température s'abaisse. Ce phénomène est fatal ; pour que la température de l'animal reste constante, la combustion, source de chaleur, doit croître au fur et à mesure que les déperditions de calorique augmentent. Il n'en est plus de même pour les animaux à sang froid, et c'est justement ce qui nous permet la comparaison des deux respirations végétale et animale.

Ainsi, non-seulement les végétaux, comme les animaux à sang froid fixent de l'oxygène et émettent de l'acide carbonique,

---

(2) *Leçons sur la physiologie*, p. M. H. Milne Edwards, t. II, p. 588.

non-seulement le dégagement de ce dernier gaz croît dans les deux cas avec la température, mais la similitude est plus profonde encore, car la chaleur agira sur les uns et sur les autres de façon à faire varier dans le même sens les rapports des gaz absorbé et émis.

De la formation des corps pauvres en oxygène.

Ces résultats nous conduisent à envisager cette émission d'acide carbonique comme provenant des réactions qui prennent naissance entre les différents principes immédiats, et qui, lorsque la température s'élève, aboutissent à la formation de composés pauvres en oxygène ou même complétement dépourvus de ce corps simple.

Si la respiration végétale n'était qu'une simple transformation d'un volume donné d'oxygène en un même volume d'acide carbonique, on comprendrait que cette émission de gaz carbonique fût fonction de la température; mais dans tous les cas le rapport de l'acide carbonique émis à l'oxygène absorbé devrait être constant. Or, il n'en est rien. Puisque en élevant la température nous favorisons le dégagement d'acide carbonique bien plus que l'absorption d'oxygène, il doit donc se produire dans l'intérieur du végétal des réactions particulièrement favorisées par la chaleur obscure, réactions qui ont pour but de produire des composés pauvres en oxygène.

L'exemple que nous donne le Pin maritime est excellent pour la démonstration qu'il s'agit d'entreprendre. On sait en effet que cette plante fournit de la résine très-pauvre en oxygène et un carbure d'hydrogène, l'essence de térébenthine. Or, dans les feuilles de cette plante comme dans celles de toutes les autres, l'acide carbonique est décomposé en donnant un volume d'oxygène égal au sien. Il est donc probable qu'il se produit dans les aiguilles de Pin une substance de la forme $C^{12}H^{12}O^{12}$, un corps renfermant du carbone, plus les éléments de l'eau, un hydrate de carbone. Partant de cette manière pour arriver à l'essence de térébenthine, il faut que l'oxygène qui existait primitivement dans ces hydrates de carbone formés sous l'influence du soleil soit éliminé, et cette élimination ne se produit pas à l'état libre, puisque, nous le répétons, les nombreuses expériences de M. Boussingault ont démontré que pour un volume d'acide carbonique disparu pendant l'insolation, il apparaît un volume d'oxygène à peu près égal. Si l'oxygène n'est pas éliminé à l'état libre, il doit l'être sous forme d'une combinaison très-riche en oxygène, c'est-à-dire sous forme d'eau ou d'acide carbonique. Le raisonnement nous conduit donc, comme l'expérience qui a lieu à une température de 40°, à conclure que l'acide carbonique émis par les feuilles provient de ces réactions internes qui ont pour effet la production de composés pauvres en oxygène, ou même de carbures d'hydrogène.

Il est bien clair, en effet, d'après les expériences précédentes, que l'acide carbonique émis ne provient pas uniquement d'une combustion due à l'oxygène atmosphérique, puisque, dans la plupart de ces expériences exécutées à 40°, la quantité d'acide carbonique dégagé s'est trouvée supérieure à la quantité d'oxygène consommé.

De la respiration végétale au soleil.

On nous objectera sans doute que dans les conditions normales de végétation à l'obscurité, la température ne s'élève jamais dans nos climats à 38° ou 40°. Nous ferons remarquer que la respiration ne se produit pas seulement la nuit. Bien qu'elle soit masquée par le phénomène de nutrition, par la décomposition de l'acide carbonique par la chlorophylle, elle n'en existe pas moins le jour au soleil. Lorsqu'un rayon lumineux vient frapper un organe végétal, nous avons à considérer plusieurs radiations. Les unes, très-réfrangibles, agissent surtout pour déterminer, soit les mouvements intérieurs du protoplasma (1), soit les mouvements extérieurs des plantes (2). Les radiations qui sont absorbées par la chlorophylle agissent suivant leur énergie pour opérer la réduction de l'acide carbonique (3). Enfin, les rayons les moins réfrangibles, les radiations calorifiques obscures, excitent plus particulièrement les phénomènes de respiration. Cette chaleur obscure, à cause de l'énorme pouvoir absorbant des substances végétales [pouvoir absorbant qui pour les feuilles est presque égal à celui du noir de fumée (4)], vient activer d'une façon toute spéciale la combustion interne accusée par un dégagement d'acide carbonique. Ainsi, c'est non-seulement la nuit, mais surtout le jour, sous l'action de la chaleur obscure des rayons solaires, que se produiront de plus grandes quantités d'acide carbonique, qui, aussitôt décomposées par la chlorophylle, ne permettront pas de constater leur apparition. En même temps que s'opérera la décomposition de l'acide carbonique, la respiration sera activée.

On sait que, depuis 1852, M. Garreau a complétement séparé les phénomènes de respiration diurne et nocturne, faisant rentrer plus spécialement les premiers dans les fonctions de nutrition; mais, pour que cette théorie subsiste tout entière, pour que la respiration ait bien un caractère général, il faut deux choses : 1° Que tout organe dépourvu de chlorophylle donne, à l'obscurité ou au soleil, des quantités d'acide carbonique qui croîtront avec la température. Cette condition est parfaitement remplie, puisque des pétales de fleurs, puisque des rameaux dont l'écorce renferme très-peu de chlorophylle, dégagent, soit à l'ombre, soit au soleil, un volume d'acide carbonique d'autant plus grand que la température est plus élevée. Les expériences de M. Lory sur la respiration des Orobanches ont depuis longtemps établi ce fait (1).

---

(1) Famintzine, *Ann. sc. nat.*, 5ᵉ série, t. VII, p. 203.—M. Famintzine a démontré que les grains de chlorophylle exécutent normalement et tous les jours, dans les cellules des feuilles du *Mnium*, un changement de position : 1° Ils occupent pendant le jour la face supérieure et la face inférieure de la cellule, et s'appliquent à leurs parois latérales pendant la nuit. 2° Cette migration des grains de chlorophylle s'effectue uniquement sous l'influence de la lumière. 3° La position diurne des grains de chlorophylle ne se produit que par les rayons les plus réfrangibles de la lumière artificielle; la lumière jaune agit comme l'obscurité.

Borodine, *Mélanges biologiques de Saint-Pétersbourg*, 1867, VI. — Prillieux, *Comptes rendus*, 1870.

(2) Sachs, *Physiologie végétale*.

— Paul Bert, *Comptes rendus*, 1878, t. LXXXVII.

(3) Timiriazeff, *Annales de chimie et de physique*, et *Comptes rendus*, 1877.

(4) Maquenne, *Comptes rendus*, LXXX, 1875.

2° Il faut, d'après nos expériences, qu'à une température de 40°, au soleil, lorsque le volume de l'acide carbonique produit par la respiration est supérieur à celui de l'oxygène absorbé, on trouve, dans un mélange d'air et d'acide carbonique en contact avec une feuille, plus d'oxygène produit que d'acide carbonique décomposé.

En effet, si nous plaçons des feuilles au soleil à 20°, dans un mélange d'air et d'acide carbonique, ce dernier gaz sera décomposé dans les cellules à chlorophylle; mais, en plus de ce gaz carbonique qui vient de l'extérieur, il y en aura une petite quantité produite par la respiration. Seulement, comme à cette température la respiration demande autant d'oxygène qu'elle émet d'acide carbonique, et cet acide carbonique étant décomposé et remplacé par un égal volume d'oxygène, le volume total, à la fin de l'expérience, sera ce qu'il était au commencement. En un mot, la respiration prendra un volume donné d'oxygène à l'atmosphère ambiante, et la nutrition lui rendra le même volume d'oxygène.

Faisons la même expérience à 40°. A cette température, nous avons démontré que, par la respiration, certaines feuilles émettent un volume d'acide carbonique supérieur à celui de l'oxygène absorbé. Dans ces conditions, nous devrons trouver plus d'oxygène produit que d'acide carbonique absorbé. Le volume du gaz devra augmenter.

---

(1) A toute époque de leur végétation, toutes les parties des Orobanches, soit à la lumière solaire, soit dans l'obscurité, absorbent l'oxygène et dégagent à sa place de l'acide carbonique. (Lory, *Respiration et structure des Orobanches*, dans *Ann. sc. nat.*, 3e sér., t. VIII, p. 158).

Or, c'est justement ce qu'a démontré M. Bœhm dans son mémoire sur la respiration des plantes terrestres (1). Il plaçait des feuilles de *Juglans regia* dans une atmosphère d'hydrogène et d'acide carbonique ; il faisait l'analyse du gaz au bout de vingt minutes, de façon à tenir compte des petites quantités d'oxygène et d'acide carbonique amenées par la feuille. Il exposait l'éprouvette contenant le tout au soleil, et, à la fin de l'expérience, il mesurait le volume du gaz et en faisait l'analyse. Dans ces conditions, l'augmentation de volume de la masse gazeuse était très-faible, mais constante. M. Bœhm a opéré sur huit espèces de feuilles différentes.

Il dit, du reste, au commencement de son mémoire, que, dans toutes ses expériences faites au soleil, la somme de l'acide carbonique restant et de l'oxygène dégagé était toujours trop forte comparativement à l'acide carbonique employé. Cela tient, selon nous, à ce que la respiration végétale au soleil donne un volume d'acide carbonique plus grand que celui de l'oxygène inspiré. C'est en effet ce que nous avons obtenu avec des organes végétaux contenant peu de chlorophylle, comme les rameaux du Marronnier.

Ces rameaux terminaux ne sont pas du reste les seuls organes capables de dégager de l'acide carbonique au soleil. Depuis longtemps M. Garreau a démontré que les bourgeons se conduisent de la même façon. Lorsque dans une jeune pousse il n'y a pas assez de chlorophylle pour décomposer tout le gaz carbonique qui se produit dans les phénomènes de la respiration, activée par la chaleur solaire, il peut se dégager en même temps et de l'acide carbonique et de l'oxygène, ainsi que l'a parfaitement constaté M. Corenwinder (2) dans un travail inséré aux *Annales des sciences naturelles*. Nous ne pouvons faire mieux que de citer textuellement les résultats consignés dans ce mémoire.

« Le 9 avril, six jeunes pousses de Pivoine entièrement rouges, et dont les feuilles n'étaient pas encore développées, donnèrent au soleil, dans de l'eau chargée d'acide carbonique, une proportion très-sensible d'oxygène.

---

(1) *Respiration des plantes terrestres* (*Ann. sc. nat.*, 5e série, t. XIX).

(2) Corenwinder, *Recherches chimiques sur la végétation* (*Ann. sc. nat.*, 5e série, t. VII, p. 375).

» Au même instant, six pousses entièrement pareilles aux précédentes, mises dans la cloche de mon appareil, expirèrent en plein air de l'acide carbonique à l'ombre et au soleil.

» Le 30 avril 1865, je fis une expérience de même nature sur de jeunes pousses de Pomme de terre ayant environ 7 centimètres de hauteur, et j'acquis la conviction, en opérant comme précédemment, qu'elles exhalaient en même temps de l'oxygène et de l'acide carbonique. »

Ce sera donc sous l'action des radiations calorifiques, lumineuses et surtout obscures, émanant du soleil, que les phénomènes de respiration seront activés.

De la production de l'acide carbonique dans une atmosphère ne contenant plus d'oxygène.

En 1847, M. Lory avait remarqué que, dans une atmosphère d'hydrogène pur en l'absence de l'oxygène, des plantes ne contenant point de chlorophylle, comme les Orobanches, continuaient à dégager de l'acide carbonique et un peu d'azote.

Depuis on a étendu ces recherches à tous les végétaux, et M. Dehérain et l'auteur de ce mémoire ont vu qu'une feuille quelconque, placée dans une atmosphère d'azote ou d'acide carbonique, cherchait dans la combustion de ses propres éléments la chaleur nécessaire à l'entretien de la vie. L'animal ne peut respirer qu'avec l'oxygène libre; une feuille, au contraire, peut continuer à dégager de l'acide carbonique dans un milieu qui ne renferme plus d'oxygène.

D'après M. Bœhm, la formation immédiate d'acide carbonique par les plantes terrestres fraîches dans une atmosphère privée d'oxygène est tellement constante, que, lorsque le volume du gaz dans lequel on les enferme reste le même, il faut nécessairement en conclure que, ou bien les gaz employés contiennent de l'oxygène, ou que la plante est morte.

MM. Lechartier et Bellamy, étudiant ce phénomène au point de vue chimique, démontrèrent que les cellules d'une feuille soustraite à l'action de l'oxygène de l'air agissaient comme la levûre de bière en présence du glucose et donnaient de l'alcool et de l'acide carbonique. Plus récemment, M. Müntz, en expérimentant sur des plantes entières dans une atmosphère d'azote, c'est-à-dire en se mettant dans les meilleures conditions physiologiques possibles, a démontré par une méthode très-élégante que non-seulement une plante formait de l'alcool à l'abri de l'oxygène, mais encore que la vie n'était en rien altérée, lorsque, après un séjour de quarante-huit heures dans l'azote, le végétal était replacé dans des conditions normales.

Dans toutes nos recherches sur la respiration, nous avons vu, quel que soit l'organe mis en expérience, fleur, feuille, bourgeon, rameau, qu'aussitôt que l'oxygène venait à manquer, le dégagement d'acide carbonique continuait, et que, comme dans la respiration végétale proprement dite, il semblait lié à la température.

Plus la température était élevée, plus il y avait d'acide carbonique produit ; à zéro degré, ce dégagement était très-faible. Nous avons fait remarquer aussi à propos de la respiration des pétales, qu'il était lié à l'état de santé des organes mis en expérience.

Cette formation d'acide carbonique par la cellule vivante des végétaux est donc tout à fait générale. Chaque fois que dans nos appareils l'oxygène venait à manquer (lorsque les expériences, par exemple, avaient une trop longue durée), le volume d'acide carbonique dégagé continuait à s'accroître. La plante se brûlait pour vivre, elle fournissait tout à la fois et le carbone et l'oxygène.

Comparaison de l'activité respiratoire entre les feuilles, les bourgeons et les rameaux.

Il nous a paru intéressant de comparer entre eux les volumes d'acide carbonique dégagés par les différentes parties d'un végétal. Pour le Marronnier, le maximum de dégagement d'acide carbonique a lieu au moment de l'épanouissement des bourgeons, alors que les jeunes feuilles sont encore d'un vert tendre et qu'elles se développent avec une énorme rapidité.

100 grammes de rameaux de Marronnier en dix heures donnent à 20 degrés, au mois de décembre, 20^{cc} d'acide carbonique; en août, à 17 degrés, 27^{cc}. Les bourgeons, dans les mêmes conditions de poids et de durée, donnent en avril, à 15 degrés, un peu avant leur épanouissement, 120^{cc}; enfin, lorsqu'ils s'ouvrent dans l'éprouvette, ils exhalent environ 160^{cc}. Les jeunes feuilles formées quelques jours après fournissent encore 155^{cc}.

Si l'on prend en janvier un rameau muni de ses deux bourgeons terminaux à fleur et qu'on le fasse respirer, comme il a été dit plus haut, à la température de 15 degrés, on obtiendra par 100 grammes, en dix heures, 17^{cc} d'acide carbonique. La vie est comme engourdie, la respiration est des plus faibles. Au mois d'avril, lorsque les gaz diminuent à l'intérieur du rameau et que la sève augmente, lorsque les bourgeons se gonflent et que les matières de réserve sont transformées, 100 grammes en dix heures exhaleront, à la même température de 15 degrés, $76^{cc},28$. Le volume est plus de quatre fois supérieur à celui obtenu en janvier. Ainsi, au retour du printemps, lorsque le rameau reçoit une somme de chaleur beaucoup plus grande qu'en hiver, il y a une recrudescence de vie qui se traduit par un accroissement de la respiration. Avant que la jeune feuille sorte du bourgeon, le rameau terminal est le siége de réactions favorisées par la chaleur obscure, réactions qui atteignent alors leur maximum, car le même rameau, un mois après, lorsque les feuilles sont complétement épanouies, respirera avec une énergie beaucoup moindre.

Ce ne sont donc pas seulement les bourgeons qui donneront de plus grandes quantités d'acide carbonique, au retour du printemps, mais bien aussi les rameaux terminaux.

Le dégagement de l'acide carbonique n'est pas directement lié à l'absorption de l'oxygène.

La plante, par l'effet de la respiration, absorbe un volume déterminé d'oxygène ; si elle émettait un même volume d'acide carbonique et qu'il y eût égalité entre les volumes de gaz absorbé et émis, on pourrait croire que l'on est en présence d'une simple combinaison du carbone de la plante avec l'oxygène de l'air. Mais il n'en est point ainsi. Le rapport des volumes de gaz inspiré et exhalé varie avec la température, avec l'espèce, avec l'état de vigueur de la plante. S'il y a absorption d'un excès d'oxygène, il doit se produire logiquement des phénomènes d'oxydation, une partie de l'hydrogène peut être brûlée et donner de l'eau, des acides végétaux peuvent se former.

Si, à 30 degrés, nous plaçons 30 grammes de très-jeunes feuilles de Marronnier dans l'appareil décrit dans la première partie de ce mémoire, que nous fassions pendant trois heures circuler un courant d'air ayant passé dans une solution de potasse, nous obtiendrons 153 milligrammes d'acide carbonique. Les feuilles se trouvent dans des conditions normales ; elles fixent de l'oxygène, en même temps elles émettent de l'acide carbonique. Sans toucher à notre appareil, nous faisons passer pendant trois heures sur les mêmes feuilles, et à la même température, un courant d'azote pur ; nous supprimons l'action oxydante : si les deux phénomènes étaient intimement liés, nous ne devrions plus trouver que de très-petites quantités d'acide carbonique provenant des méats intercellulaires. Dans cette seconde partie de l'expérience, nos tubes à potasse ont augmenté de 66 milligr. Le dégagement a diminué, mais il se produit encore de notables proportions d'acide carbonique.

Et l'on ne peut pas dire que la fermentation alcoolique intracellulaire se produit, car le phénomène est tout à fait différent. Si on laisse, en effet, le courant d'azote continuer, on recueillera des quantités d'acide carbonique de plus en plus faibles ; on arrivera ainsi jusqu'à un minimum ; puis la production de l'alcool accompagnée du dégagement d'acide carbonique commencera alors, et ira toujours en croissant jusqu'à l'épuisement complet de la plante, jusqu'à la mort.

Lorsqu'on vient à supprimer tout à coup l'oxygène qui entoure un végétal, le dégagement de l'acide carbonique ne diminue que lentement, au fur et à mesure que les réactions qui lui donnent naissance décroissent en vertu des conditions anormales dans lesquelles il se trouve placé.

Faisons pénétrer un rameau de Marronnier à fleurs rouges muni de ses bourgeons dans le même appareil, à la température de 34 degrés. Pendant deux heures on laisse passer un courant d'air : nous recueillons 118 milligrammes de gaz carbonique ; nous remplaçons l'air par un courant continu d'azote et nous obtenons 114 milligrammes. C'est à peine si le dégagement a diminué. Cela se comprend : l'expérience a été faite le 4 mai, à ce moment, comme nous l'avons dit plus haut, où il y a recrudescence de l'énergie vitale ; la respiration est notablement exaltée, la transformation des matériaux de réserve se fait, les réactions continuent, bien que s'affaiblissant un peu, après le départ de l'oxygène.

Et ces réactions, source de l'acide carbonique, vont en diminuant de plus en plus dans l'obscurité, même en présence de l'oxygène. C'est ainsi que si nous ramenons pendant deux heures le courant d'air, nous n'obtenons plus que 109 milligrammes.

Ce dernier fait est général : nous avons placé des feuilles de *Ficus elastica* dans notre appareil, et nous avons remarqué que, dans un courant d'air, la température restant constante, le dégagement d'acide carbonique allait toujours en diminuant. M. Borodine (1) a démontré qu'il suffisait alors d'une insolation en présence de l'acide carbonique pour rendre au végétal son activité première pour une température donnée. On voit donc bien que, lorsque les matériaux fabriqués par les cellules sous l'influence de la lumière solaire viennent à diminuer, le dégagement d'acide carbonique diminue aussi. Ce dégagement est donc le résultat des réactions qui se passent dans l'intérieur du végétal.

---

(1) *Ann. agronomiques*, t. IV, p. 607.

Après avoir ainsi multiplié les expériences, nous avons cherché à les interpréter et à éclairer cette question. Quelle est l'utilité de cette combustion interne qui s'accuse par l'absorption d'oxygène et l'élimination de l'acide carbonique?

Il nous a semblé que les notions que la science possède aujourd'hui sur le rôle de la chaleur, sur ses métamorphoses, nous permettaient d'esquisser l'ensemble des phénomènes de respiration. On conçoit que si la décomposition de l'acide carbonique et de l'eau est nécessaire pour fournir la matière même employée dans la fabrication du glucose ou d'une substance analogue (1), principe immédiat dont paraissent dériver tous les autres; que si l'intervention de la chaleur lumineuse est suffisante pour déterminer sa formation, la production de tous les autres principes immédiats qui ont lieu par oxydation (acides végétaux), par combinaison ou élimination d'eau (sucre de canne, amidon, cellulose), qui ont lieu par élimination d'acide carbonique (corps gras pauvres en oxygène, résines, huiles essentielles), exigeait l'intervention de la chaleur obscure, non-seulement puisée dans le soleil, mais encore dans la série de combustions internes mises en relief par l'absorption d'oxygène et le dégagement d'acide carbonique.

---

(1) Nous partageons l'opinion de M. Bœhm, qui ne croit pas que l'amidon soit le premier hydrate de carbone formé dans les cellules. Quand on pense à la petite quantité d'acide carbonique décomposé par un grain de chlorophylle d'une plante saine pendant cinq ou six minutes, ou même pendant une heure et demie, dans les conditions les plus favorables; quand on considère que déjà, à la température de 10 degrés centigrades, le dégagement d'oxygène par les feuilles de Noyer insolées est très-faible; qu'enfin la quantité d'acide carbonique qu'il faut pour fournir le carbone nécessaire à la fabrication de l'amidon, formé en si peu de temps, est relativement élevée, on ne peut pas se défendre du doute que, dans les cas observés par MM. Famintzine et Kraus, l'amidon, devenu visible, provienne de l'acide carbonique décomposé avant l'expérience par la chlorophylle vide d'amidon. (Bœhm, *Respiration des plantes terrestres.*)

Depuis cette époque, M. Bœhm a publié un nouveau travail sur ce sujet. Il estime que l'amidon qui apparaît dans les grains de chlorophylle, à la lumière solaire, n'est pas entièrement dû à la décomposition de l'acide carbonique. (*Ann. agron.*, t. III, p. 142.)

Sous l'influence de la lumière solaire, la plante décompose l'acide carbonique et l'eau; elle évapore de l'eau et transporte d'un point à l'autre la matière qu'elle a ainsi produite (1). Mais cette matière doit être transformée, elle doit devenir sucre, amidon, cellulose, corps gras, etc.; une foule de métamorphoses se produisent, exigeant que de la chaleur soit mise en jeu. Cette chaleur est non-seulement fournie par le soleil, mais aussi par les combustions dont la plante est le siége; tandis que la nutrition s'arrête quand le soleil disparaît au-dessous de l'horizon, le phénomène de respiration continue dans l'obscurité. Les métamorphoses nécessaires à la formation des nouveaux principes immédiats sont encore provoquées pendant la nuit par la combustion interne, et l'accroissement de la plante n'est pas arrêté.

Bien plus, il arrive souvent que c'est après le coucher du soleil que l'accroissement est le plus rapide (2). La plante met en œuvre les matériaux élaborés pendant la journée. Et l'on comprend que si l'obscurité dure trop longtemps, le premier principe immédiat formé venant à diminuer, les réactions alors perdent de leur intensité, la respiration s'affaiblit. Une nouvelle insolation est nécessaire pour que la plante reprenne sa première activité.

---

(1) *Recherches sur l'assimilation des substances minérales par les plantes* (P-P. Dehérain, *Ann. sc. nat.*, 5e série, t. VIII, p. 145, et *Comptes rendus*).

(2) M. Duchartre a constaté par des mesures prises en août et septembre que pour la Vigne, le Fraisier, la Passe-rose, le Houblon, parmi les Dicotylédones, ainsi que pour deux variétés horticoles de Glaïeuls, parmi les Monocotylédones, l'allongement de la tige était en général plus considérable entre six heures du soir et six heures du matin, c'est-à-dire pendant la période nocturne, qu'entre six heures du matin et six heures du soir, ou pendant la période diurne. La différence qu'il a mesurée a été plusieurs fois du double au simple, quelquefois même du triple au simple. (*Comptes rendus*, 1866, t. LXII, p. 815).

Nous ne prétendons pas que la croissance en longueur soit liée intimement à la respiration. Nous citons les expériences de M. Duchartre, pour bien démontrer qu'à l'obscurité, la vie végétale conserve son intensité, grâce à la combustion d'une partie du carbone de la plante.

Si l'émission d'oxygène pendant le jour est l'indice que la plante élabore au moyen de l'acide carbonique et de l'eau la matière première de tous ses tissus, le dégagement d'acide carbonique, particulièrement visible pendant la nuit, prouve que cette matière première est transformée et que le foyer qui l'anime est en pleine activité.

Telles sont les idées que nos recherches nous ont suggérées. L'importance de la question que nous avons essayé de traiter justifie le grand nombre d'expériences que nous avons exécutées. Le sujet est loin d'être épuisé. Les deux phénomènes de l'assimilation du carbone et de la respiration au soleil doivent être séparés, et le dernier doit être spécialement étudié. La quantité d'eau produite et décomposée dans ces diverses réactions doit être déterminée. La question n'est qu'effleurée; nous espérons par la suite continuer ces recherches et les compléter, si cela nous est possible.

CONCLUSIONS.

1° Tout organe végétal vivant absorbe l'oxygène de l'air et émet de l'acide carbonique.

2° L'émission de l'acide carbonique dans la respiration végétale n'est point directement liée à l'absorption de l'oxygène.

3° En général, à basse température, il y a plus d'oxygène absorbé que d'acide carbonique émis. Il existe pour les végétaux une température, variable avec l'espèce, pour laquelle le volume d'oxygène est à peu de chose près remplacé par un égal volume d'acide carbonique. Si l'on dépasse cette température, la production de l'acide carbonique surpasse l'absorption de l'oxygène.

NOTE

SUR LES RÉSERVOIRS HYDROPHORES

DES *DISPACUS*

Par CH. BARTHÉLEMY.

Le petit genre *Dipsacus* présente un phénomène intéressant, mais qui ne semble pas avoir attiré d'une façon spéciale l'attention du physiologiste.

Je veux parler des réservoirs d'eau que présentent les feuilles opposées, croisées et élargies à leur base de façon à former un godet traversé par la tige. Ces godets renferment une quantité plus ou moins grande d'un liquide dont la limpidité est très-variable. De là aussi les noms plus ou moins pittoresques de *Cabaret des oiseaux*, *Fontaine de Vénus*, qu'on donne vulgairement à ces plantes.

Cette particularité est cependant bien connue des gens de la campagne, soit de l'est, soit du midi de la France, où les *Dipsacus* ont été ou sont encore cultivés, notamment dans le Tarn, où la fabrique des draps emploie encore le *Dipsacus fullonum* pour carder, et dans le Gers, où les deux espèces principales croissent spontanément à côté l'une de l'autre, et où j'ai eu occasion de les étudier. On attribue, dans ces régions, à l'eau des réservoirs des propriétés curatives, soit contre les maladies des yeux, soit contre les affections dartreuses du visage.

Il n'existe, à ma connaissance, qu'un seul travail, peu complet d'ailleurs, sur ce liquide. Il est dû à M. Ch. Roger, et se trouve dans le *Bulletin de la Société botanique de France* pour 1863 (1). Les observations ont porté uniquement sur le *Dipsacus silvestris*.

Le savant naturaliste conclut de ses observations que la sécrétion *joue le principal rôle dans la production de l'eau, et que la rosée n'y contribue guère que pour un huitième.* Le siége de la sécrétion doit être dans les feuilles. Il était naturel, après cela, de comparer les *Dipsacus* aux *Nepenthes*, et c'est ce que fait M. Roger.

Comme il arrive assez souvent en pareille circonstance, je ne connaissais pas le travail de M. Roger lorsque mon attention a été attirée par ces plantes, et je suis arrivé, par des observations et des expériences de plusieurs années, à des conclusions toutes différentes.

Le dépôt liquide est d'autant plus abondant que le réservoir formé par les feuilles est plus considérable et que la taille du sujet est plus haute. Peu de plantes présentent dans leurs dimensions des variations aussi étendues. Les réservoirs des *Dipsacus fullonum* sont plus vastes et plus nombreux que ceux du D. *silvestris*. Ils s'étendent même jusqu'aux bractées qui renferment les jeunes capitules. J'ai pu compter, sur un pied de *Dipsacus fullonum* haut de 1^{m},60, quinze de ces réservoirs, d'où j'ai pu tirer 280 grammes de liquide, et comme il est difficile de recueillir tout le liquide accumulé, on peut estimer à 300 ou 350 gram. l'eau que peut présenter un beau pied en pleine culture et lorsque les circonstances sont favorables.

Ce liquide est d'abord très-limpide et d'une pureté presque absolue, l'analyse chimique n'y faisant reconnaître que quelques traces de bicarbonates et un dépôt argileux apporté par le vent. Plus tard il se trouble, devient visqueux comme le liquide de l'intérieur de la plante, en même temps que des Mollusques, des Pucerons, des insectes de toute sorte tombent dans ces réservoirs, se décomposent et peuvent rendre l'eau fétide.

On peut s'étonner même, en raison de cette circonstance, que cette plante n'ait pas été rangée au nombre des plantes carnivores, comme les *Nepenthes*, d'autant plus que l'examen microscopique fait découvrir sur les parois des réservoirs des glandes en tête, molles et auxquelles on pourrait attribuer un rôle dans cette fonction. Je me hâte d'ajouter que je ne partage nullement cette manière de voir.

---

(1) *Bullet. de la Société de botan. France*, session extraordin, 1863, p. 746.

Quant à l'origine de ce liquide, j'ai dû, dès mes premières observations, rejeter la sécrétion et la rosée. Cette dernière, en effet, serait insuffisante à expliquer la grande quantité de liquide que présentent de temps en temps les réservoirs du ici *Dipsacus*. Pour constater, d'autre part, si la sécrétion joue un rôle, j'ai abrité de la pluie un pied qui avait végété spontanément, avec une guérite de planches percées de trous et ouverte du côté de l'est. Dans ces conditions, les réservoirs hydrophores ne présentent aucune trace de liquide, et les feuilles supérieures cessent d'être connées, surtout celles du *Dipsacus sllvestris*. C'est donc à la pluie et uniquement à elle, que doit être attribué le dépôt liquide.

Il est facile de surprendre ici la nature sur le fait. Il suffit d'observer pendant une forte pluie un *Dipsacus* qui était d'abord à sec. On peut voir les réservoirs se remplir rapidement. Lorsque les réservoirs supérieurs sont pleins, l'eau s'écoule par la partie latérale étroite, et, grâce à la disposition croisée des feuilles, tombe successivement sur les feuilles inférieures disposées en canal, pour remplir leur réservoir.

Pas une goutte de liquide ne se perd dans ces cascades successives. On peut provoquer ce phénomène en versant soi-même de l'eau dans les réservoirs supérieurs, et mesurer ainsi la capacité totale des réservoirs. Le vent qui agite la plante fait tomber l'eau des réservoirs supérieurs dans les réservoirs inférieurs, qui restent ainsi plus longtemps pleins. J'ai placé à côté d'un pied de *Dipsacus* une de ces poches ou gobelets de cuir bien connues des excursionnistes, et qui, par leur forme, rappellent assez les réservoirs de notre plante. On les voit se remplir de liquide et se dessécher à peu prês en même temps, mais l'évaporation paraît un peu plus rapide pour le *Dipsacus*, dont les parois sont plus minces.

Il faut remarquer que la période de végétation du *Dipsacus* s'étend du mois d'avril à la fin de juin, et que, dans cette période il est rare que, dans nos régions du sud-ouest, la pluie se fasse attendre plus de huit jours. L'eau des réservoirs, à cette époque de l'année où l'air est très-humide, peut mettre plus de quinze jours à s'évaporer.

Ajoutons que les *Dipsacus* croissent toujours dans des régions pluvieuses ou dans des localités humides. Cela peut s'observer sur les bords d'un ruisseau profond, sur les talus des chemins de fer, etc.

A cette fonction se rattache encore la verticalité et la croissance rectiligne de cette plante, auxquelles elle doit son nom de *Verge à pasteur* quand elle est desséchée. On peut faire sur cette plante l'expérience et l'observation suivantes : Que l'on brise la tige d'un *Dipsacus* en pleine végétation, de manière à ne laisser que quelques vaisseaux en communication avec le tronçon inférieur et que la partie supérieure ait la tête en bas le long de la tige ; au bout de quelques heures la tête tend déjà à se relever manifestement, et au bout de quelques jours le rameau brisé s'est redressé verticalement par une courbe aiguë à peu de distance de la section, et tend vers le ciel ses coupes, qui se remplissent de liquide. Ce pied ainsi mutilé arrive à une maturation parfaite. En l'absence de toute spontanéité de la part du végétal, on doit chercher dans une cause physique l'explication de ce redressement rapide de cette courbure en deux branches parallèles. Voici celle qui me paraît la plus plausible. L'eau joue dans l'existence intérieure ou extérieure de cette plante un rôle considérable dans sa phase de végétation : que l'on coupe rapidement le sommet de la plante, et l'on verra jaillir par la section une séve incolore ; surtout par le cercle de vaisseaux qui entoure la moelle, gorgée, elle aussi, de liquide. Si l'on pique la tige avec une épingle, le liquide jaillit aussi, comme l'a observé M. Roger. Il s'ensuit une tension hydrostatique intérieure qu'on pourra appeler, si l'on veut, force ascensionnelle, mais qui s'exerce évidemment dans tous les sens. Or, lorsque la tige est en partie brisée, cette tension n'existe plus que du côté qui n'est point détaché et qui est resté en communication avec le sol : de là non-resserrement et une courbure dans le sens opposé.

J'avais attaché au sol un de ces rameaux brisé à l'aide d'un fil assez fort. Le fil a été tendu, puis brisé par la force de redressement du rameau.

Dans la guérite où j'ai élevé quelques pieds de *Dipsacus* à l'abri de la pluie, le sommet du rameau s'inclinait du côté de l'ouest lorsque la pluie tombait au dehors.

Quels sont le but et l'importance physiologique de cette accumulation d'eau dans ces réservoirs ? M. Roger déclare que le « séjour de l'eau dans les feuilles est sans influence sur la végétation des *Dipsacus* ». Car ayant déterminé l'écoulement de cette eau par des trous pratiqués au réservoir, il n'a pu constater que la plante paraisse souffrir.

Pour moi, j'ai vu les *Dipsacus* abrités, ne parvenir qu'au tiers ou au quart de leur développement normal, bien que largement arrosés à la base ; de plus, les bourgeons latéraux, qui doivent, eux aussi, se terminer par des capitules floraux, ne se développent pas, si les réservoirs restent à sec. Il me paraît aussi que la présence de ce liquide doit diminuer les effets de l'évaporation, qui est surtout rapide aux entrenœuds et au bourrelet que la feuille présente à son articulation avec la tige.

Ainsi l'eau des réservoirs aurait pour but principal de diminuer l'évaporation de la tige, d'aider au développement des bourgeons latéraux. C'est pourquoi, lorsque la saison a été sèche, la tige ne présente qu'un seul capitule. Les rameaux floraux sont au contraire nombreux, si la pluie a été fréquente.

Ce bourgeon est, par cela même, une plante aquatique qui ne présente pas d'atmosphère gazeuse intérieure et qui se développe dans l'eau privée d'air ; aussi n'observe-t-on jamais dans cette petite cuve naturelle de dégagement gazeux, que l'on pourrait attribuer à l'acte respiratoire ; j'ai même recouvert le bourgeon d'une petite cloche pleine du liquide du réservoir, et n'ai obtenu aucune trace de gaz, bien que le bourgeon ait pris un développement assez rapide pour remplir et soulever la cloche. J'ai pu ainsi démontrer d'une autre manière que l'acte respiratoire n'est accompagné d'aucun dégagement gazeux dans les plantes aquatiques dépourvues d'atmosphère gazeuse intérieure; comme cela a lieu d'ailleurs chez les animaux aquatiques.

On doit s'attendre à trouver dans d'autres plantes cette fonction, ce rôle de l'eau pluviale, mais à un moindre degré d'importance; surtout dans les plantes dont le développement, comme celui du *Dipsacus*, est subordonné au retour de la pluie pendant leur période de végétation. Telles sont la plupart des plantes à feuilles engaînantes, et particulièrement le Maïs.

Les feuilles dressées de cette plante amènent la pluie entre la gaîne et le chaume, et l'on trouve, longtemps après la pluie, cette partie pleine d'eau. La ligule pourrait jouer aussi un rôle protecteur envers le jeune bourgeon; les enveloppes de l'épi, qui ne sont que les gaînes de sept feuilles modifiées, sont aussi pendant longtemps humides sans apparence de sécrétion.

Ces plantes, qu'on pourrait appeler *saisonnières*, ont dans leur existence deux phases bien distinctes. Dans la première, l'eau joue un rôle prépondérant, surtout dans le retour périodique de pluie : cela est surtout frappant pour le *Dipsacus*. Dans la seconde phase, la plante fleurit, se dessèche, se creuse, et demande surtout la chaleur pour concentrer sur le capitule ou l'épi toutes ses forces vives.

En résumé, le liquide qui s'accumule en quantité variable dans les réservoirs des *Dipsacus* n'est point le produit d'une sécrétion ; il ne peut être rapporté à un fait de nutrition qui en ferait une plante carnivore, comme on l'a avancé pour les *Nepenthes*, et il est dû uniquement à une accumulation périodique de l'eau pluviale. Son but pourrait être de protéger et de nourrir le bourgeon latéral et de diminuer l'évaporation aux entre-nœuds.

Elle prouve une fois de plus la liaison étroite qui existe entre les végétaux et les forces physiques extérieures, liaison qui fait des végétaux des êtres vivants *exodynames*, tandis que les animaux, doués de spontanéité, engendrant à l'intérieur leur force vive sous forme de chaleur, seront plus particulièrement *endodynames*.

A ces exemples tirés des plantes indigènes, nous pouvons ajouter certaines Broméliacées (*Æchmea fulgens*, *Tillandsia splendens*, etc.) dont les feuilles, serrées et imbriquées, s'élargissent même à la base, forment un réservoir où s'accumulent l'eau du ciel et la rosée ; de ce réservoir s'élance le pédoncule qui doit porter les fleurs et les fruits. Nous citerons également des plantes voisines des Broméliacées, les Musacées, et surtout le Bananier, dont l'énorme pétiole canaliculé reçoit du limbe l'eau du ciel, qu'il transmet à la tige d'où sort le magnifique régime. A cette famille appartient aussi le *Ravenala madagascariensis* ou *Arbre des voyageurs*, qui présente un phénomène identique à celui des *Dipsacus :* les feuilles, très-nombreuses, forment à leur base de véritables réservoirs hydrophores dont on peut faire écouler l'eau en les perçant à la base. M. Arthur Joly, conservateur adjoint au musée de Toulouse, qui a vu de près ces plantes, très-communes, paraît-il, à Madagascar, m'a affirmé que ces réservoirs se remplissent à la suite des pluies abondantes et régulières qui tombent dans ces régions. La tige de ces plantes est gorgée de liquide, et quand on y fait une incision, il en jaillit une séve abondante comme pour le *Dipsacus*. Ces exemples, auxquels on pourrait en ajouter sans doute beaucoup d'autres, prouvent que le groupe des plantes que j'appelle *saisonnières* est assez nombreux et mérite de fixer l'attention des physiologistes.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

Étude sur les téguments séminaux des végétaux phanérogames gymnospermes, par M. Bertrand. 57
Note sur l'anatomie des *Stylidium*, par M. Julien Vesque. 204
Anatomie du tissu conducteur, par M. G. Capus. 209
Note sur les volumes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique émis dans la respiration végétale, par M. H. Moissan. 292
Sur les réservoirs hydrophores des *Dipsacus*, par M. Barthélemy. . . 340

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTION DES PLANTES.

Recherches sur les Dépazéées, par M. L. Crié. 5
Note sur le *Shortia galacifolia* Tor. et Gr., et révision des Diapensiacées, par M. le docteur Asa Gray. 173
Sur la gomme de sucrerie (*Leuconostoc mesenteroides*), par M. Ph. Van Tieghem. 180

FLORES ET GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

Observations sur les modifications des végétaux suivant les conditions physiques du milieu, par MM. G. Bonnier et Ch. Flahault. . . . 93
Géographie et archéologie forestières, par M. le docteur Asa Gray. . . . 126
Sur une Vigne sauvage à fleurs polygames croissant en abondance dans les bois de Belley (Ain), par M. P. Sagot. 164

TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

Asa Gray (M. le D^r^). Géographie et archéologie forestières. . . . 126
— Note sur le *Shortia galacifolia*, Tor. et Gr. et révision des Diapensiacées 173
Barthélemy (Ch.). Sur les réservoirs hydrophores des *Dipsacus*. 340
Bertrand (C. E.). Étude sur les téguments séminaux des végé-

taux phanérogames gymnospermes 57
Bonnier (Gast.). Observations sur les modifications des végétaux suivant les conditions physiques du milieu. 93
Capus (G.). Anatomie du tissu conducteur. 209
Crié (Louis). Recherches sur les Dépazéées. 5
Flahaut (Ch.). — Voy. Bonnier.
Moissan (Henri). Note sur les volumes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique émis dans la respiration végétale. . . . 292
Van Tieghem (Phil.). Sur la gomme de sucrerie (*Leuconostoc mesenteroides* V. T.). 180
Vesque (Julien). Note sur l'anatomie des *Stylidium*. 204

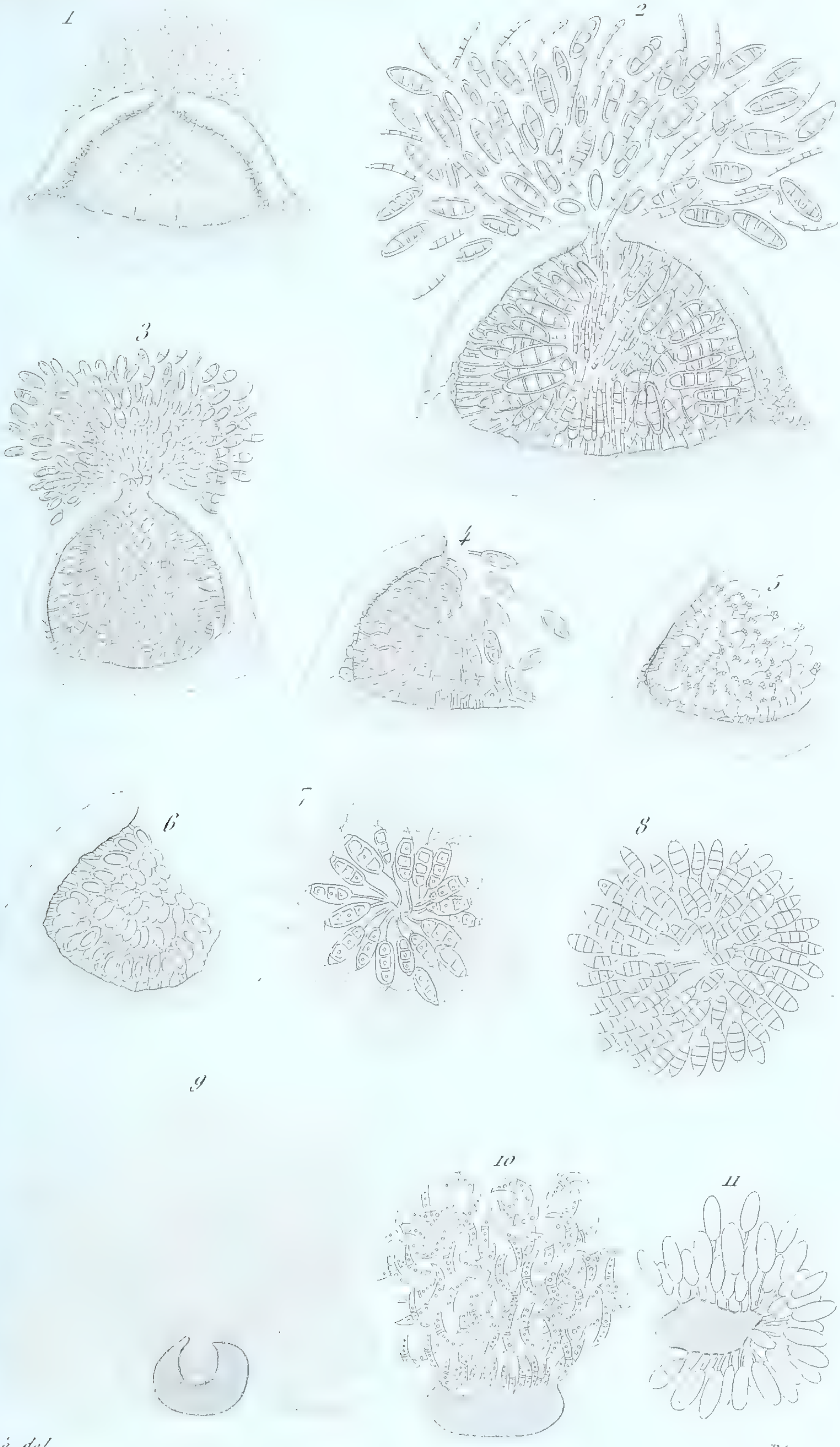
TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

Planches 1. Coupes de spermogonies et de pycnides des Dépazéées.
— 2. Spermaties des Dépazéées.
— 3. Spermaties et stylospores des Dépazéées.
— 4. Développement des *Pestalozzia* et des *Phragmidium*.
— 5. Germination des spermaties, des stylospores et des spores endothèques des Dépazéées.
— 6. Stylospores et spores endothèques des Dépazéées.
— 7. Thèques et spores endothèques des Dépazéées.
— 8. Spores des Dépazéées.
— 9, 10, 11, 12, 13, 14. Téguments séminaux des Gymnospermes.
— 15. *Shortia galacifolia* Tor. et Gr.
— 16. *Leuconostoc mesenteroides* V. T.
— 17. *Stylidium adnatum*.
— 18. Formation du tissu conducteur.
— 19. Tissu conducteur dans l'ovaire.
— 20. Tissu conducteur dans le style.
— 21. Formation du tissu conducteur plein.
— 22. Dissociation du tissu conducteur dans le style.
— 23. Papilles stigmatiques.
— 24. Tissu conducteur des *Heliotropium*, *Apocynum*, etc.

FIN DU SEPTIÈME VOLUME.

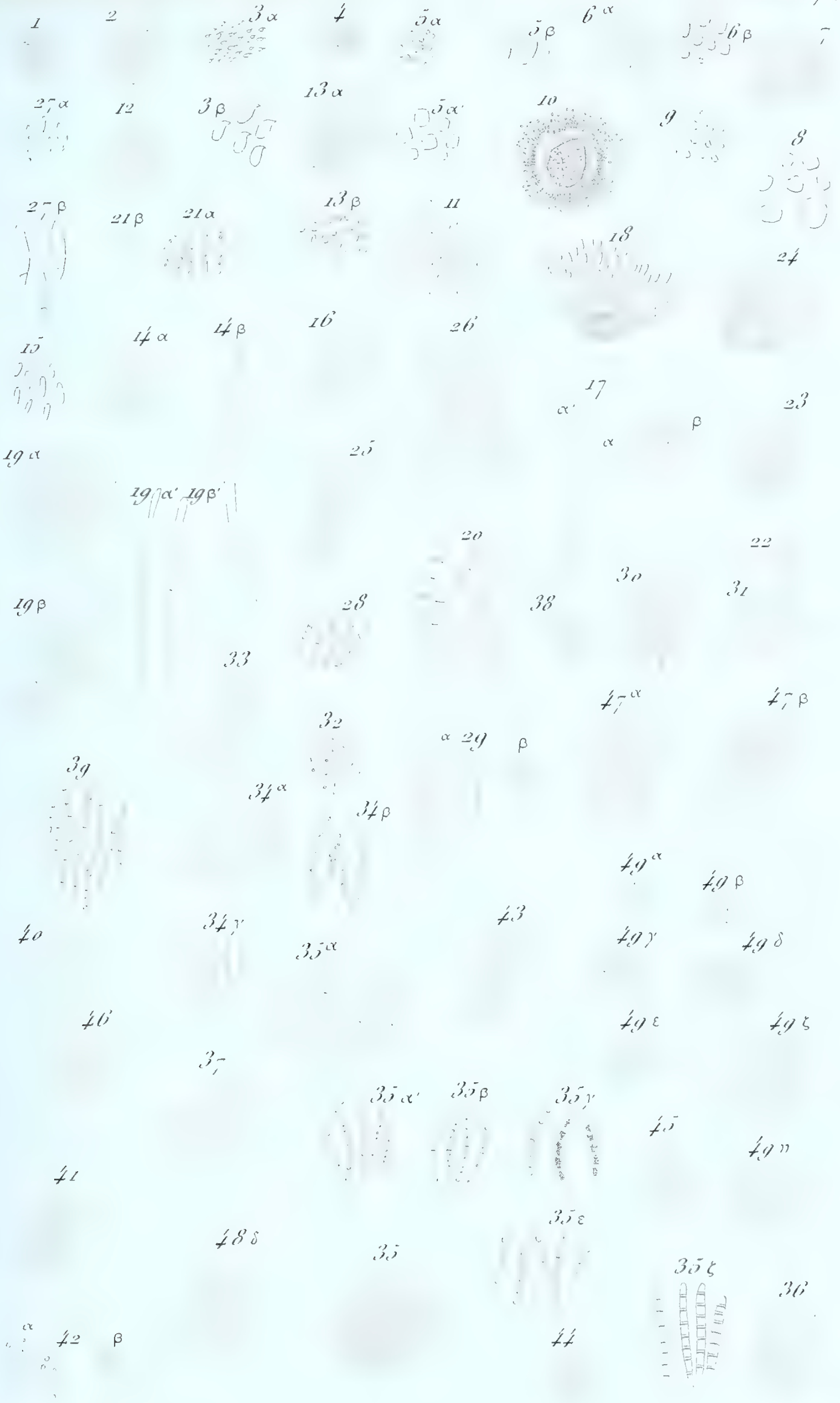
PARIS. — IMPRIMERIE DE E MARTINET, RUE MIGNON, 2.



uis Crié del.
Pierre sc.

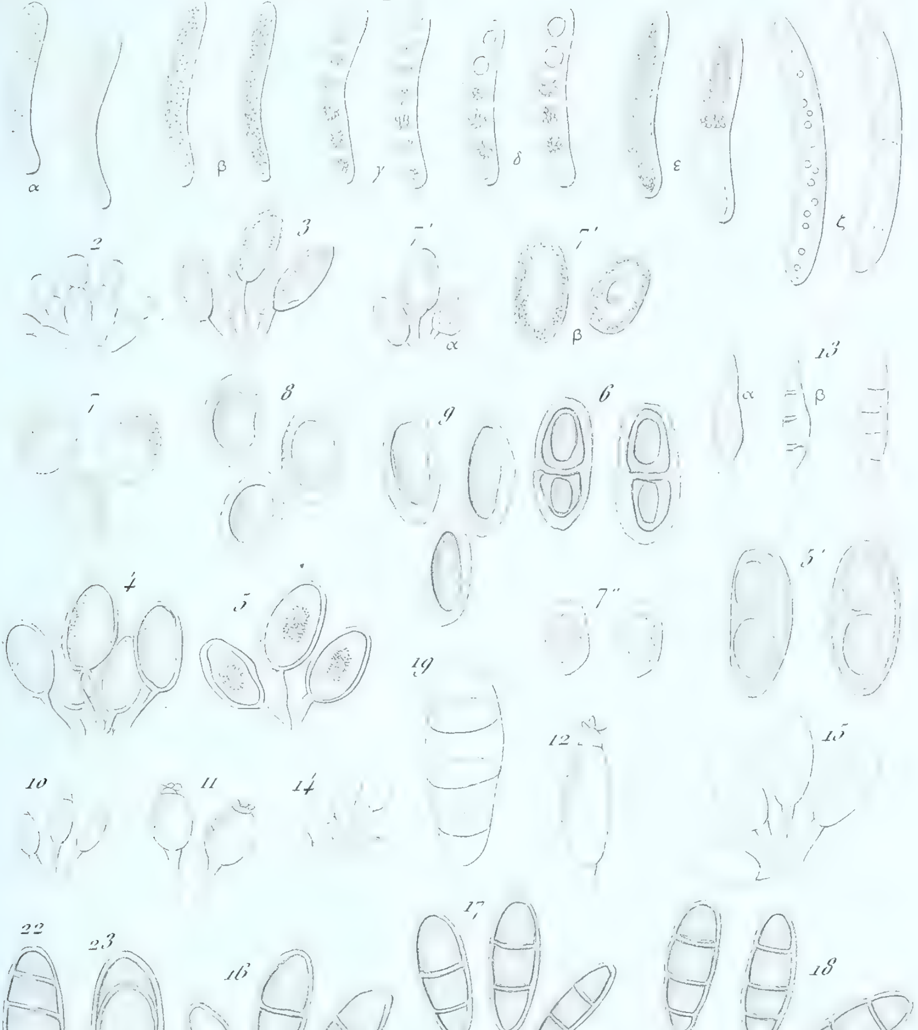
Coupes de Spermogonies et de Pycnides des Dépazéées.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
2
3 α
4
5 α
5 β
6 α
6 β
7
27 α
12
3 β
13 α
5 α'
10
9
8
27 β
21 β
21 α
13 β
11
18
24
15
14 α
14 β
16
26
17
α'
α
β
23
19 α
25
19 α'
19 β'
20
22
19 β
28
38
30
31
33
47 α
47 β
32
α 29 β
39
34 α
34 β
49 α
49 β
40
34 γ
35 α
43
49 γ
49 δ
46
49 ε
49 ζ
37
35 α'
35 β
35 γ
45
49 η
41
48 δ
35
35 ε
35 ζ
36
α 42 β
44

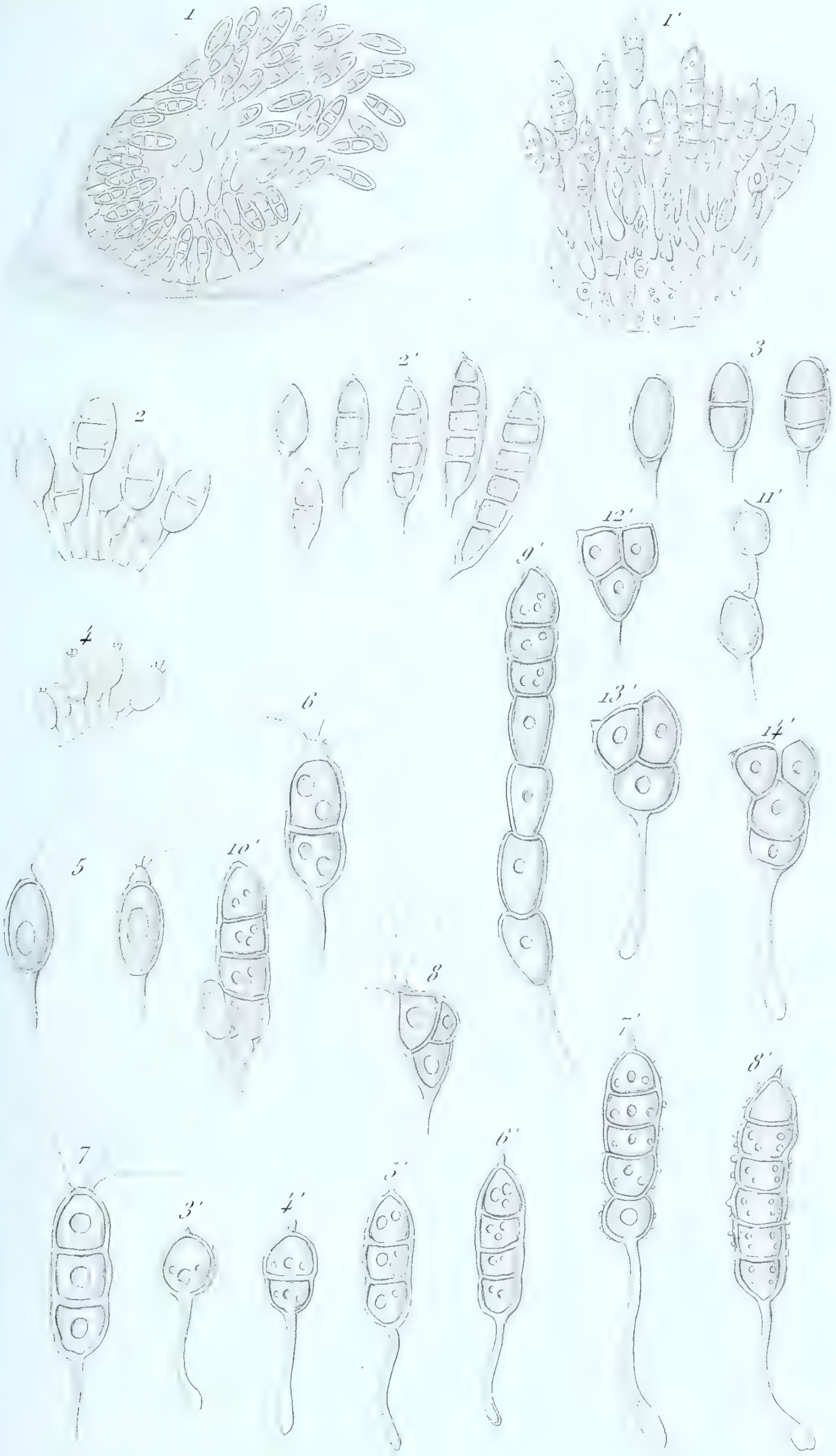
Louis Crié del. Pierre sc.

Spermaties des Dépazéées.


1
α
β
γ
δ
ε
ζ
2
3
7'
α
7'
β
13
α
β
7
8
9
6
5'
4
5
7''
19
12
15
10
11
14
22
23
16
17
18
20
20
20
21
21 α
21α
21
21 β
21 β
24
24
24
24 γ
24 γ
25
α
β

uis Crié del. Pierre sc.

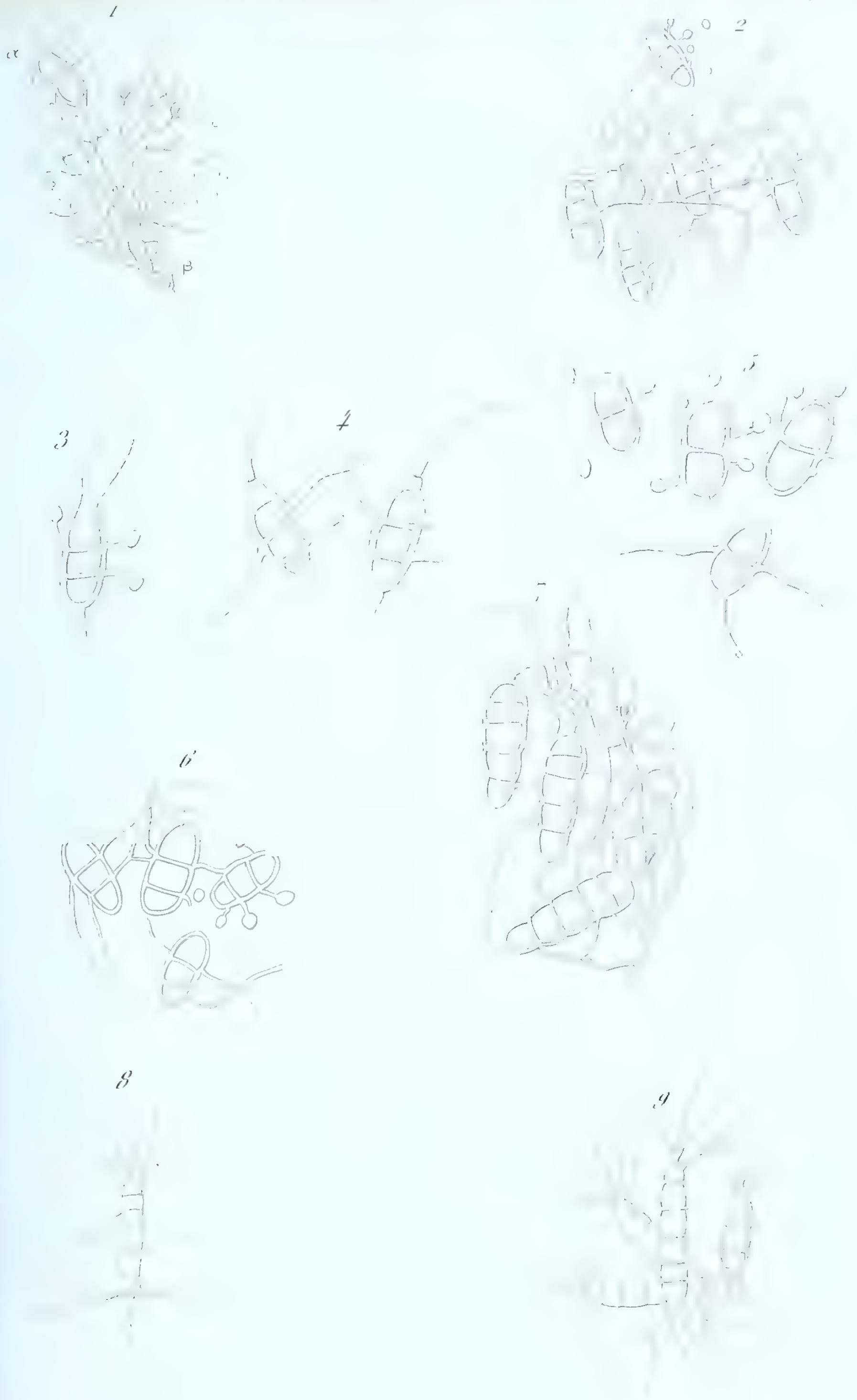
Spermaties et Stylospores des Dépazéées.


1
1'
2
2'
3
11'
12'
9'
4
13'
14'
6
5
10'
8
7'
8'
7
3'
4'
5'
6'

ouis Crié del.

Pierre sc.

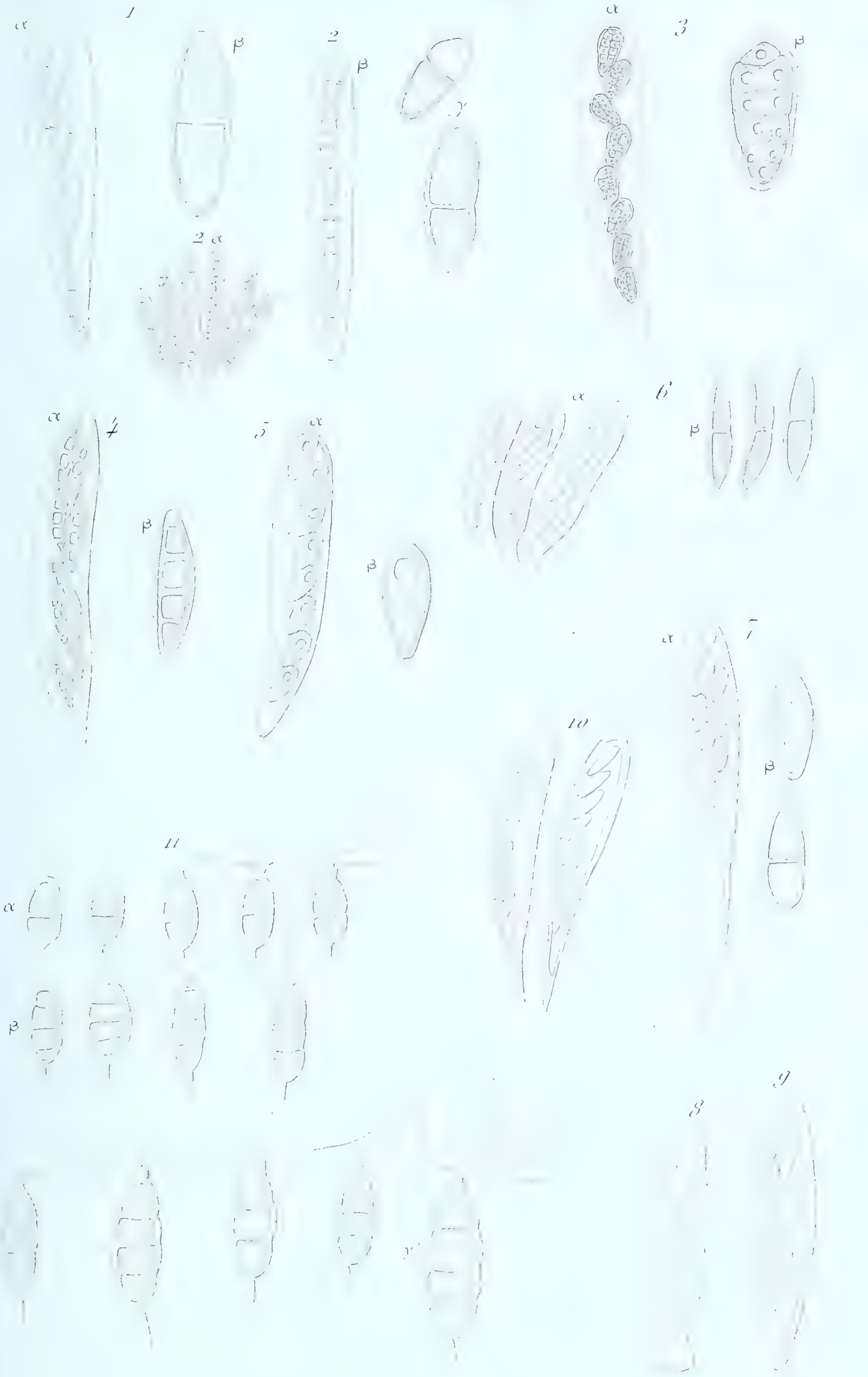
Développement des Pestalozzia et des Phragmidium.



ouis Criè del.

Pierre sc.

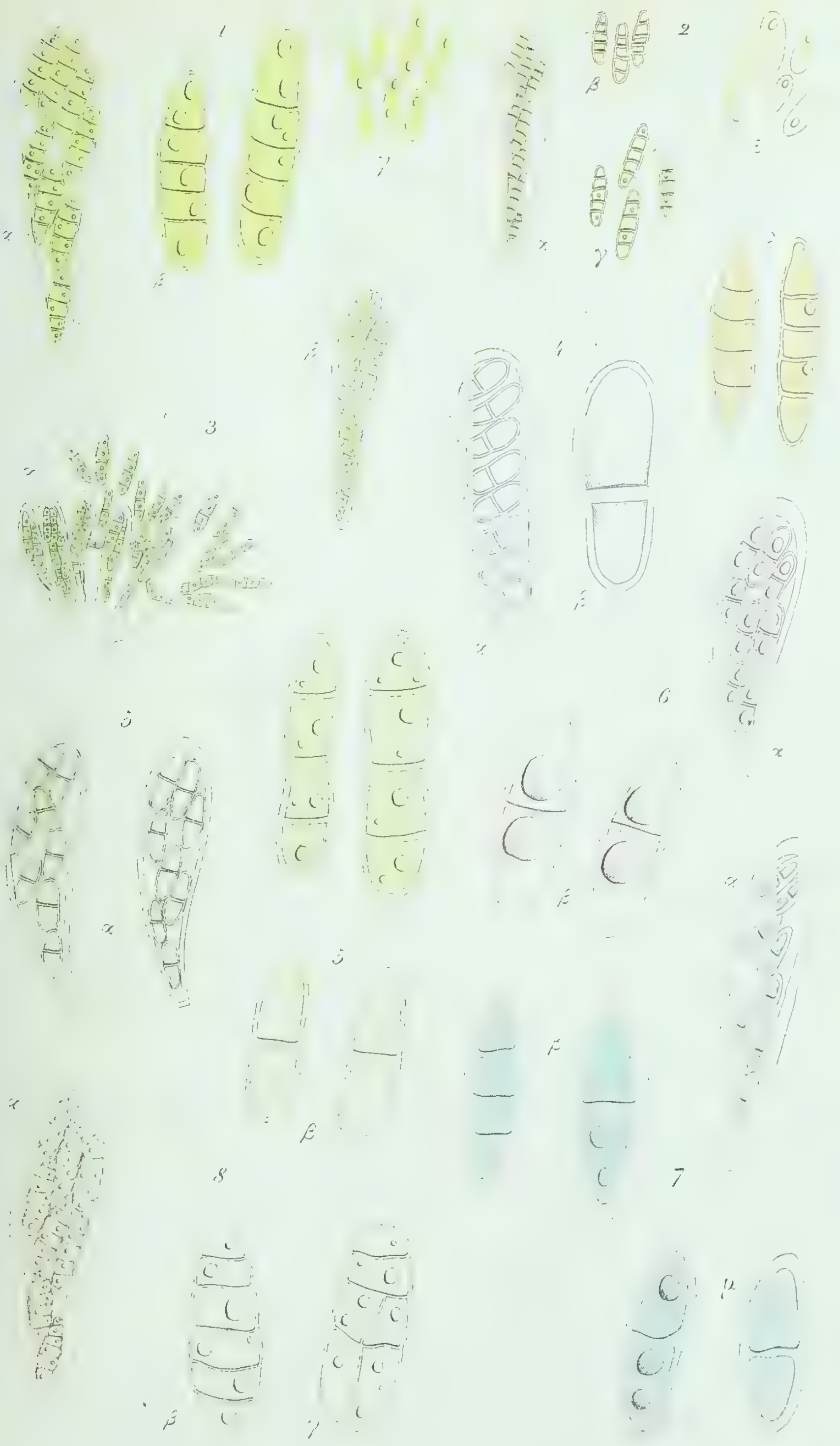
Germination des Spermaties, des Stylospores et des Spores endothèques des Dépazéées.


1
α
β
2
β
γ
2 α
3
α
β
4
α
β
5
α
β
6
α
β
7
α
β
10
11
α
β
γ
γ'
8
9

Louis Crié del.

Pierre sc.

Stylospores et spores endothèques des Dépazéées.

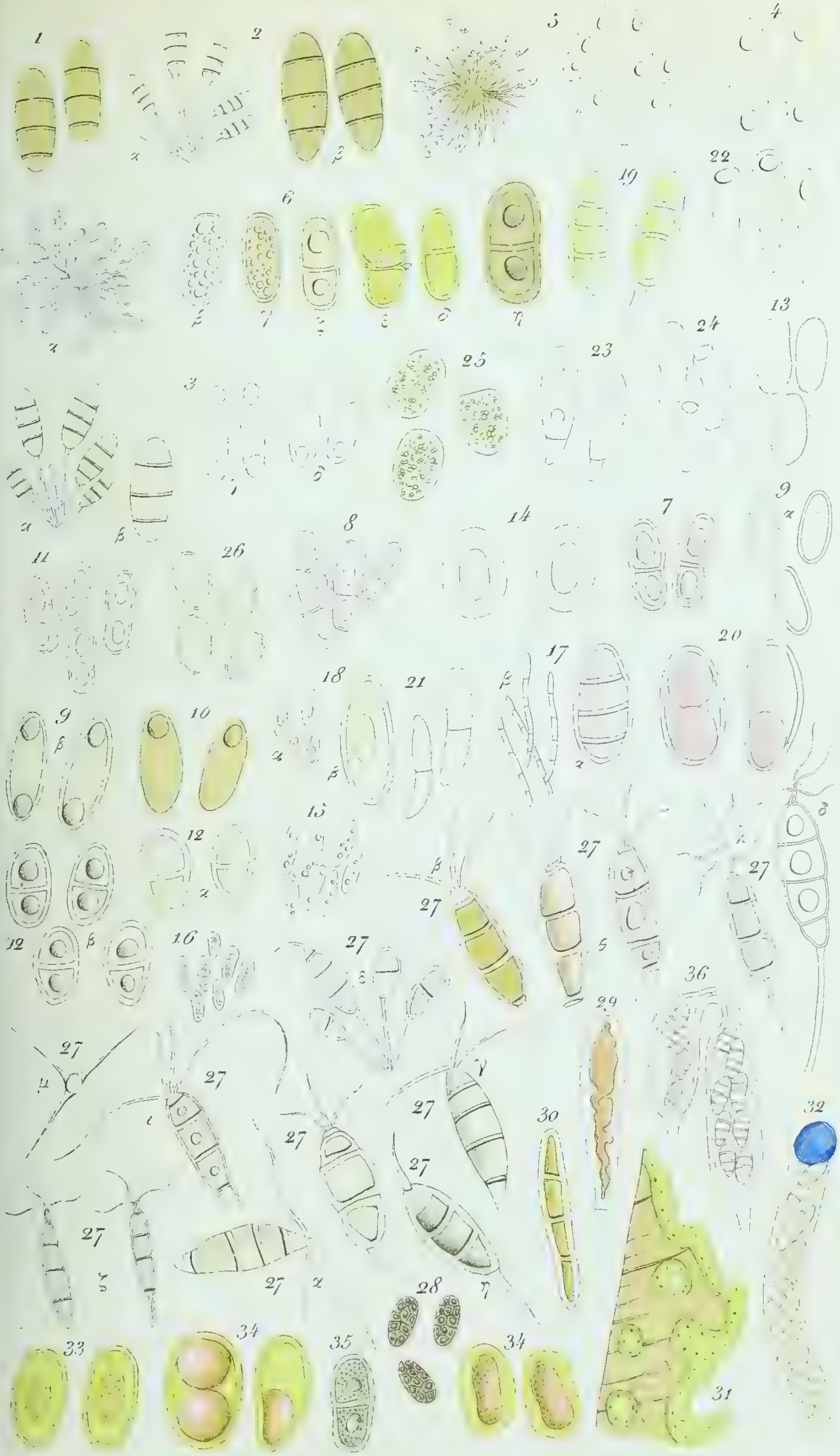

1
α
β
γ
2
β
γ
ε
3
α
β
4
α
β
5
α
β
6
α
β
7
α
β
8
α
β
γ

Louis Criè del.

[illegible] sc.

Thèques et spores endothèques des Dépazéées.

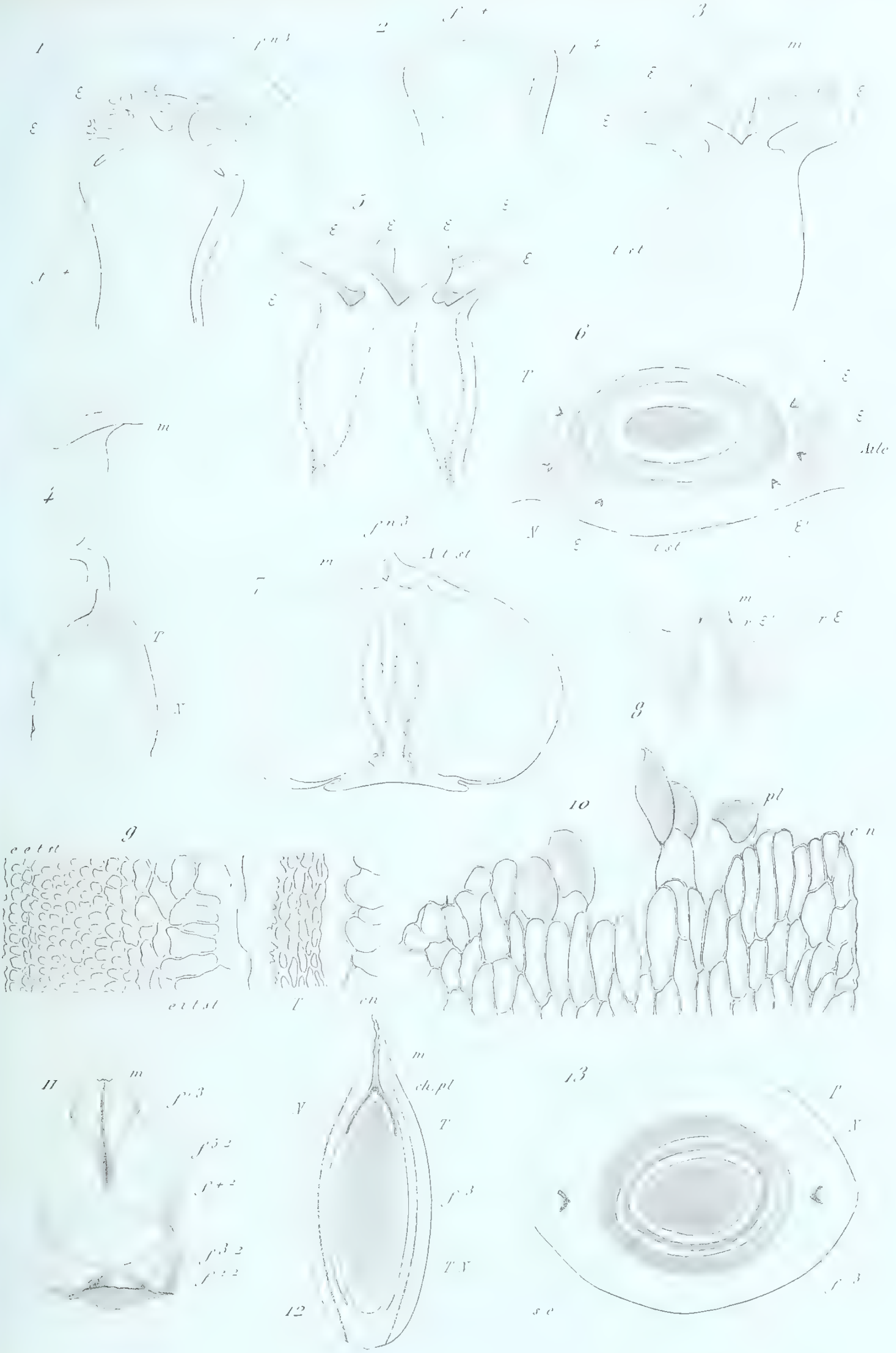
Imp. Boehm & Fils Montpellier


1
2
α
β
3
4
22
19
6
α
β
γ
ζ
ε
δ
η
13
24
23
25
3
α
β
δ
9
α
7
14
8
11
26
17
20
β
α
18
21
α
β
9
β
10
12
α
15
27
β
δ
27
ζ
27
12
β
16
27
ε
36
29
27
μ
27
ι
27
γ
27
30
32
27
27
ξ
27
α
η
28
33
34
35
34
31

Louis Crié delit.   [illegible]

Spores des Dépazéées.

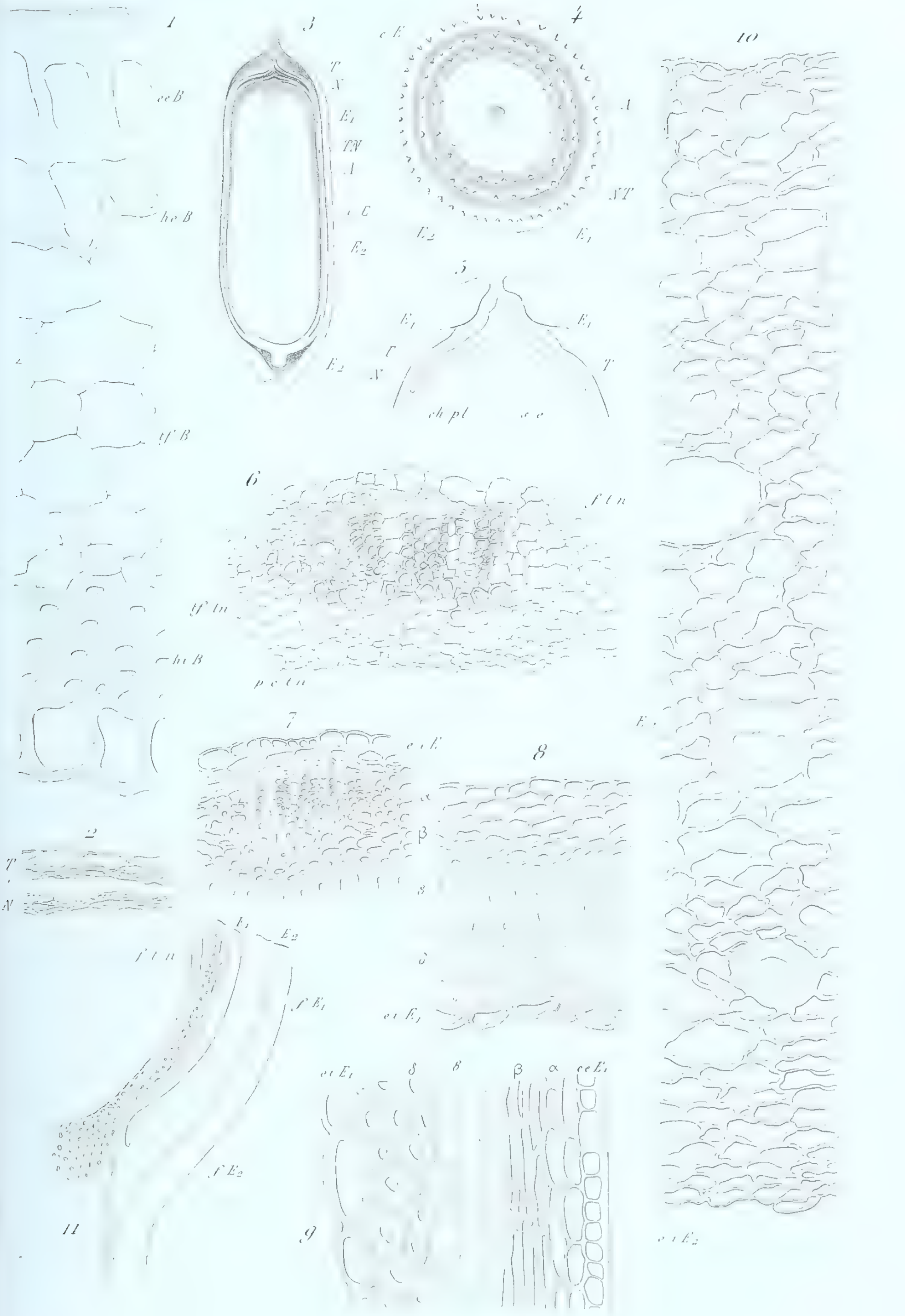
Imp. Boehm & Fils, Montpellier


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
ε
m
T
N
Aile
ε'
f n3
A t st
r ε
pl
en
e e t n
e i t st
ch. pl
f 3
T N
P
se

E. B.   Pierre sc.

Téguments séminaux des Gymnospermes.

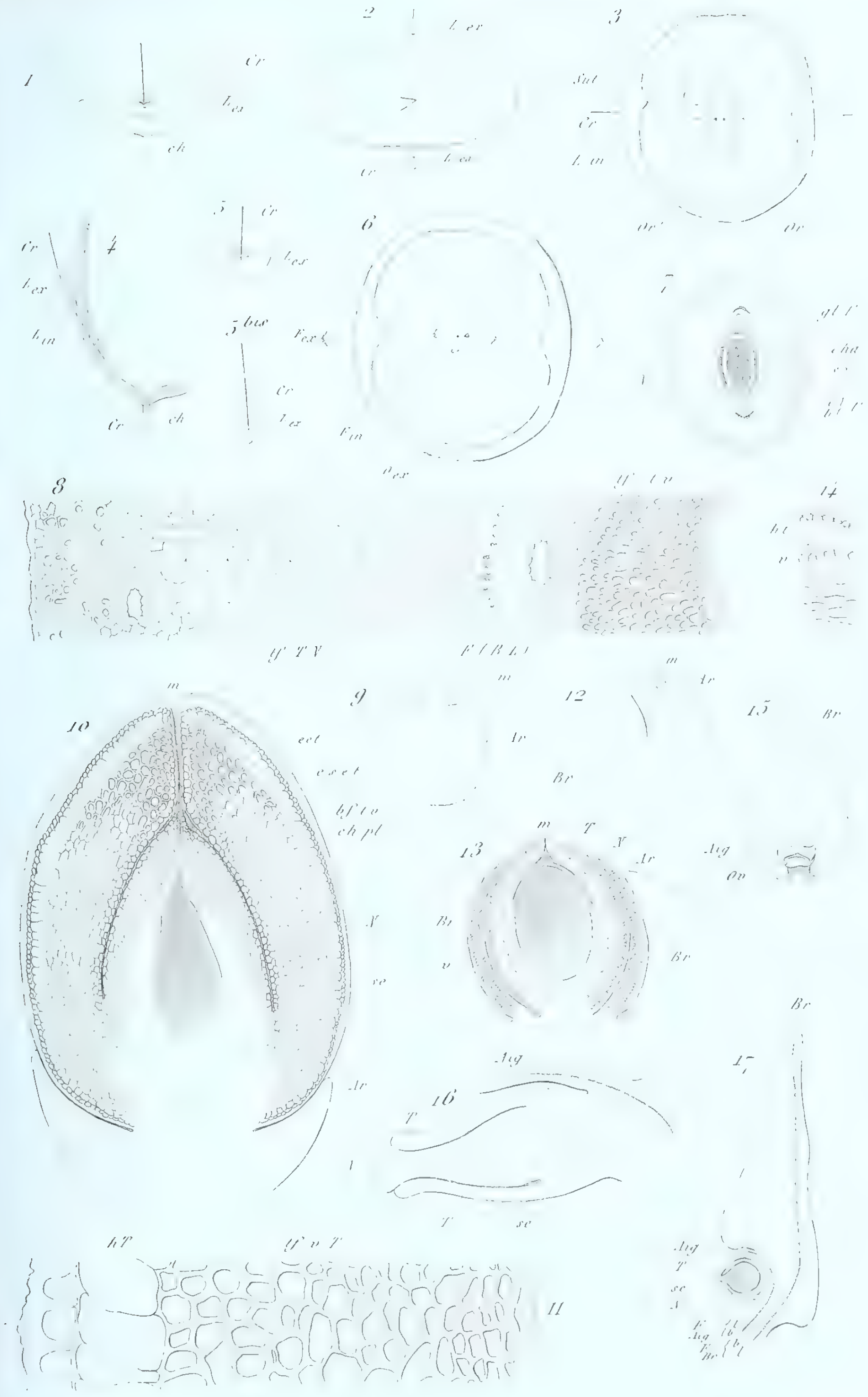
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
eeB
heB
tfB
hiB
2
T
N
3
T
N
E_1
TN
A
cE
E_2
E_2
4
cE
A
NT
E_2
E_1
5
E_1
E_1
T
T
N
ch pl
se
6
ftn
tftn
hiB
petn
7
eiE
8
α
β
γ
δ
eiE_1
11
ftn
E_1
E_2
fE_1
fE_2
9
eiE_1
δ
γ
β
α
eeE_1
10
E_1
eiE_2

C. E. B.   Pierre sc.

Téguments séminaux des Gymnospermes

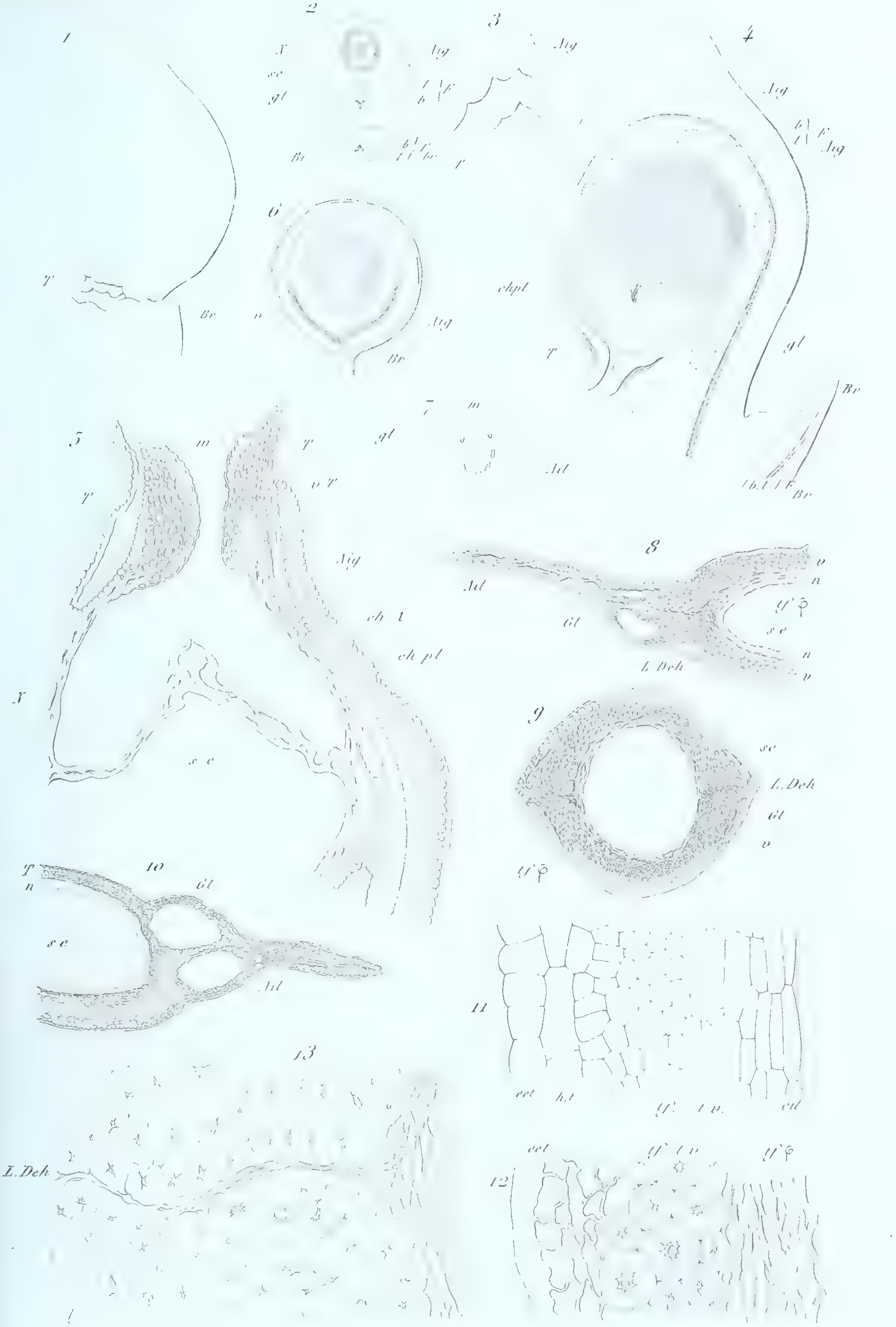
Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
2
3
4
5
5 bis
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
Cr
Lex
ch
Sut
L in
Or
Fex
Fin
gl f
bf tv
F (B L)
m
Ar
Br
ect
esct
ch pl
N
se
T
V
Ov
Aig
hT

C. E. B.   Pierre sc.

Téguments séminaux des Gymnospermes.

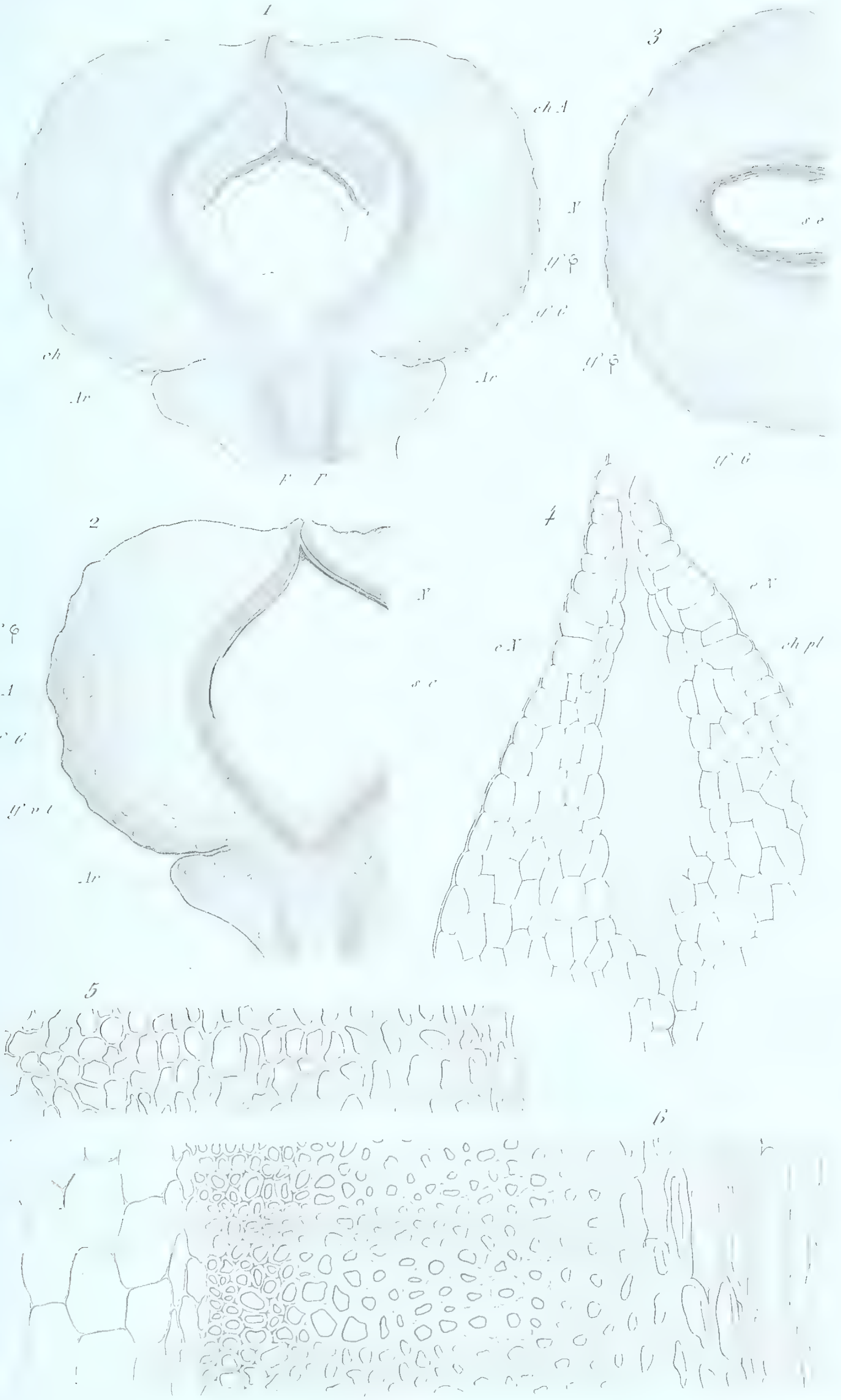
Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15, Paris.


1
2
3
4
N
se
gl
Aig
b
l
F
Br
T
6
v
chpl
5
m
7
N
s e
ch t
ch pl
8
Ad
Gl
L. Deh
n
v
ff ♀
9
se
10
11
ect
h. t
ff. t v.
cel
12
13
L. Deh

C. E. B. Pierre sc.

Téguments séminaux des Gymnospermes.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

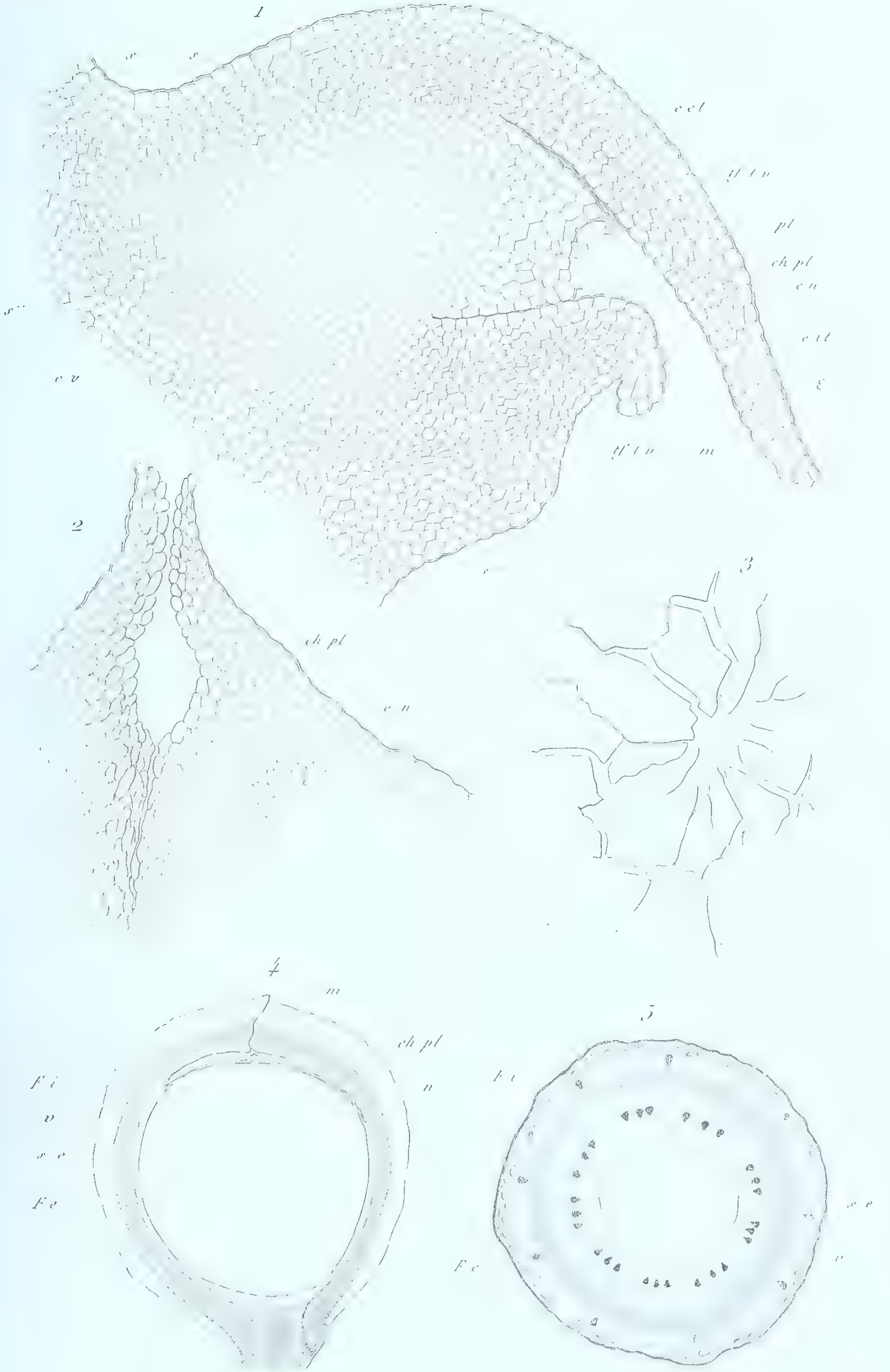

1
ch pl
N
s e
v
ch
Ar
ch A
N
ff ♀
ff G
Ar
F F
3
s e
ff ♀
ff G
2
N
ff ♀
ch A
ff G
ff v t
Ar
s c
4
e N
e N
ch pl
5
6

C.E.B. Pierre sc.

Teguments séminaux des Gymnospermes

Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15 Paris

BRITISH MUSEUM

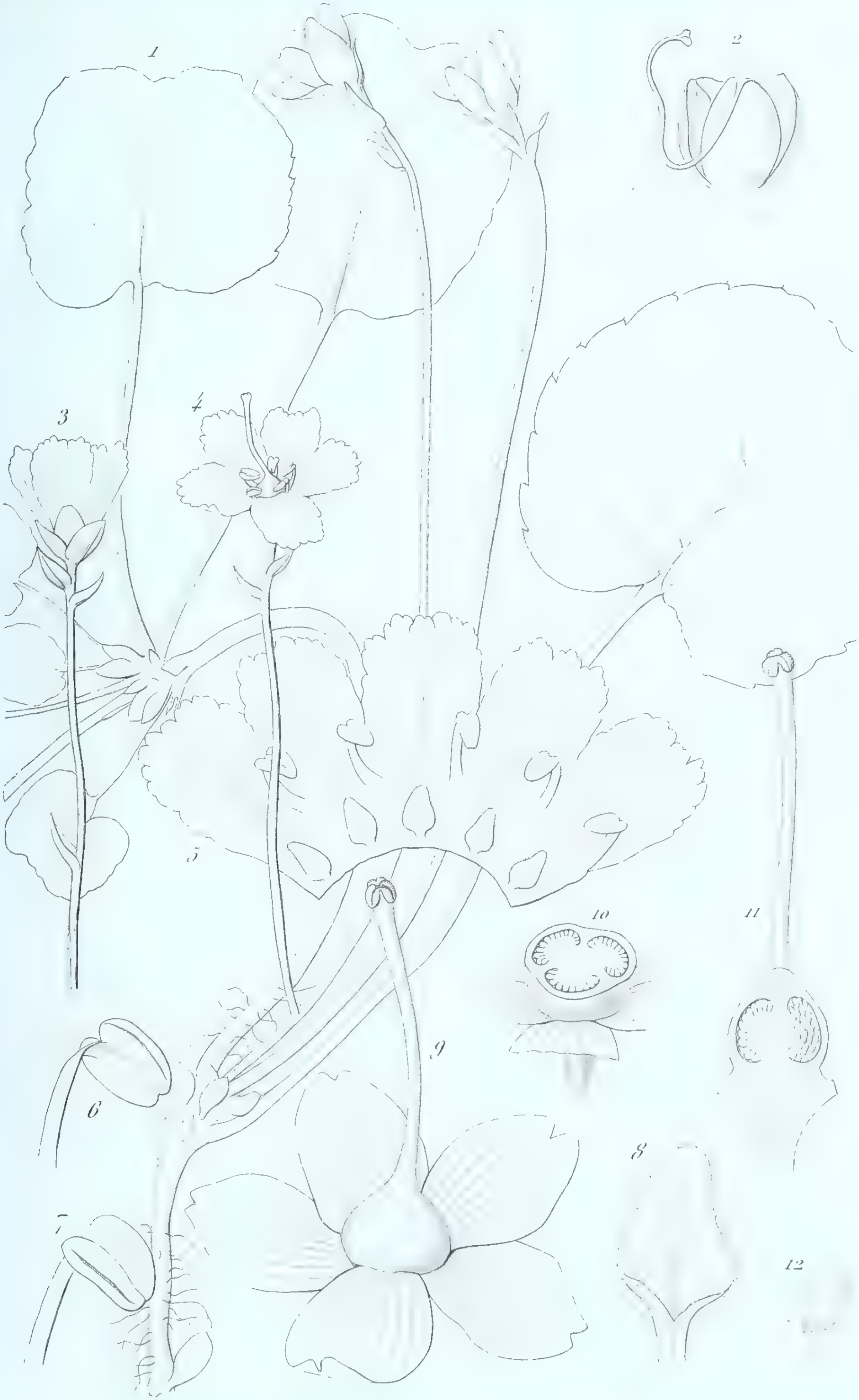

1
s
s
c e l
fl f v
pl
ch pl
c n
e t l
ε
s''
e v
fl f v
m
v
2
ch pl
c n
3
4
m
ch pl
n
F i
v
s e
F e
5
F i
s e
v
F e

C. E. B. Pierre sc.

Téguments séminaux des Gymnospermes.

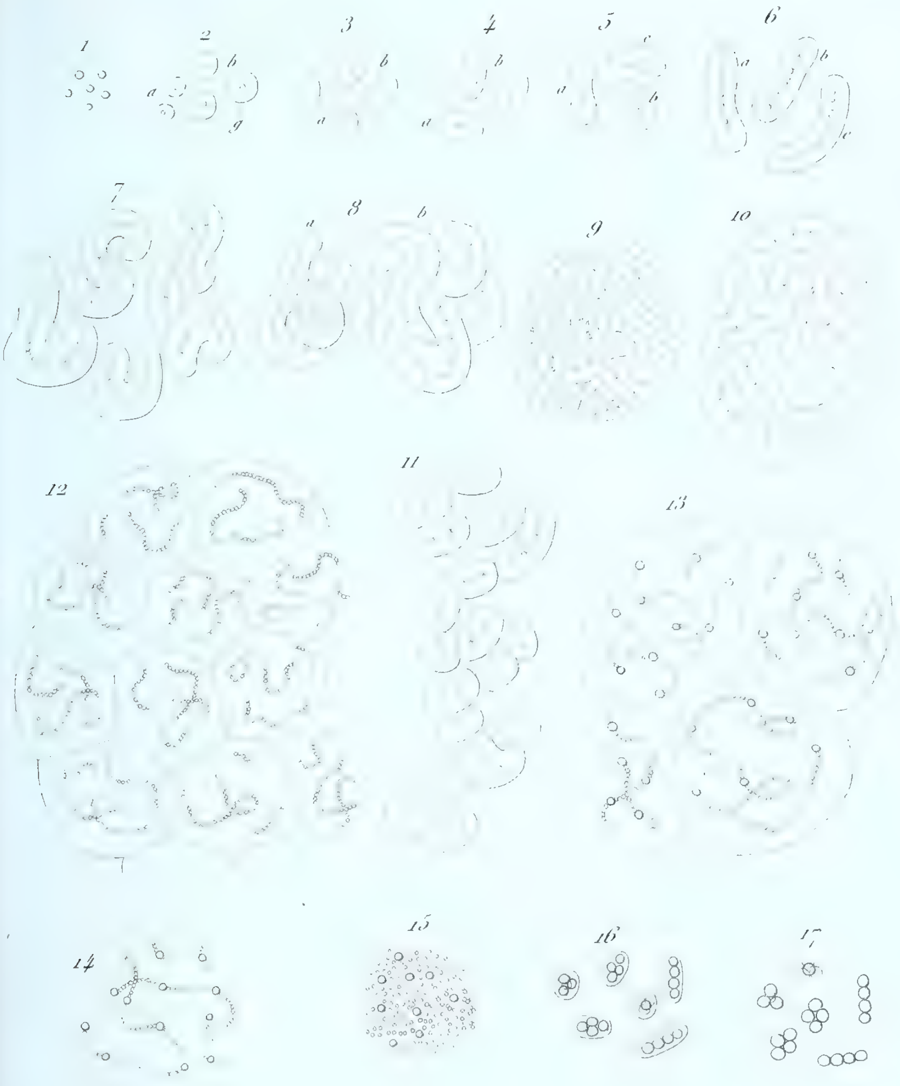
Imp. A. Salmon r. Vieille Estrapade 15 Paris.

NATURAL HISTORY


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Shortia galacifolia Torr. et Gr.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.


1
2
b
a
g
3
b
a
4
b
a
5
c
a
b
6
a
b
c
7
8
a
b
9
10
12
11
13
14
15
16
17
19
18
20

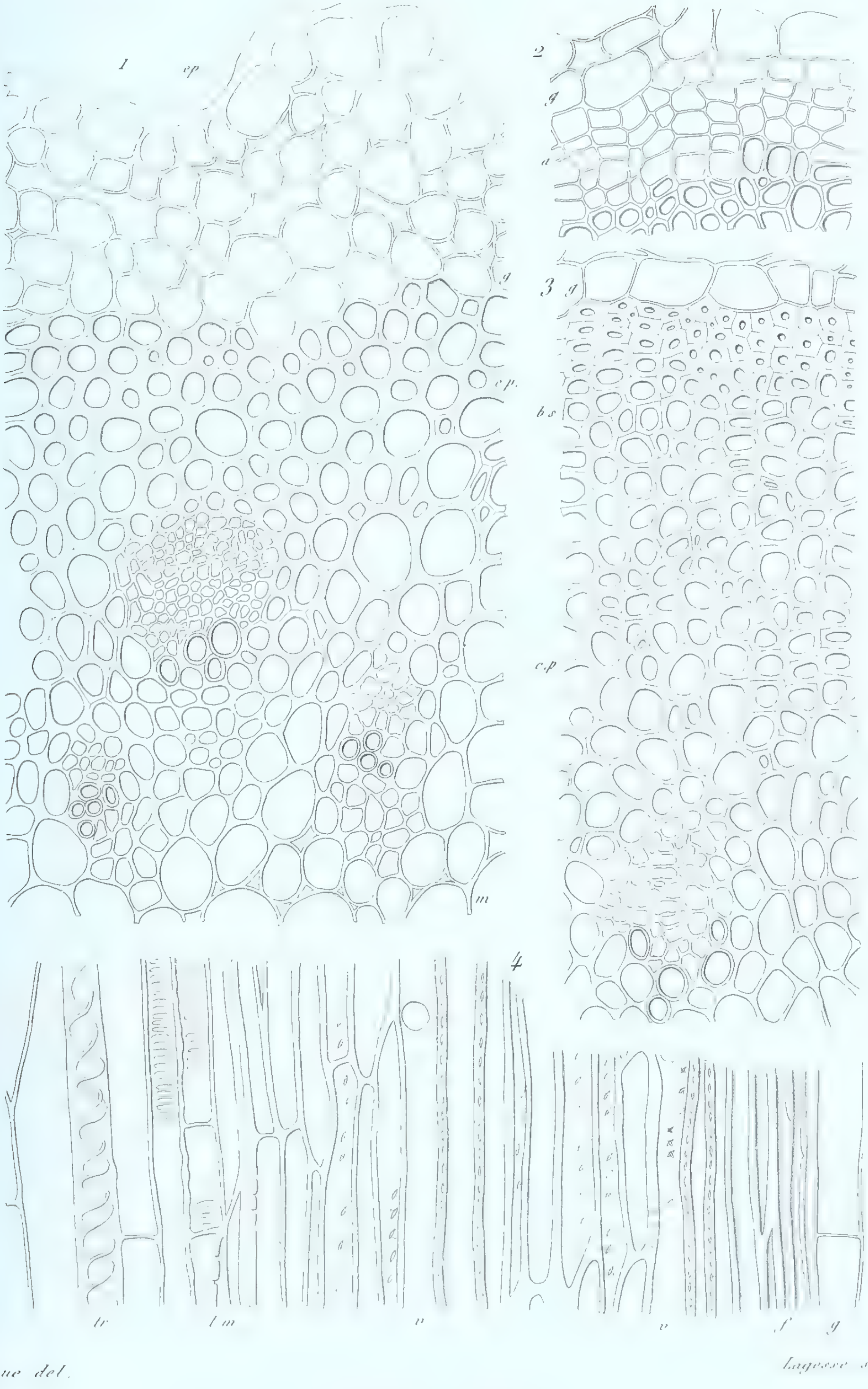
h. Van Tieghem del.t

Lagesse sc.

Leuconostoc mesenteroides.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

UHAL


1
ep
g
c.p.
m
2
g
a
3
g
b s
c.p
4
tr
l m
v
v
f
g

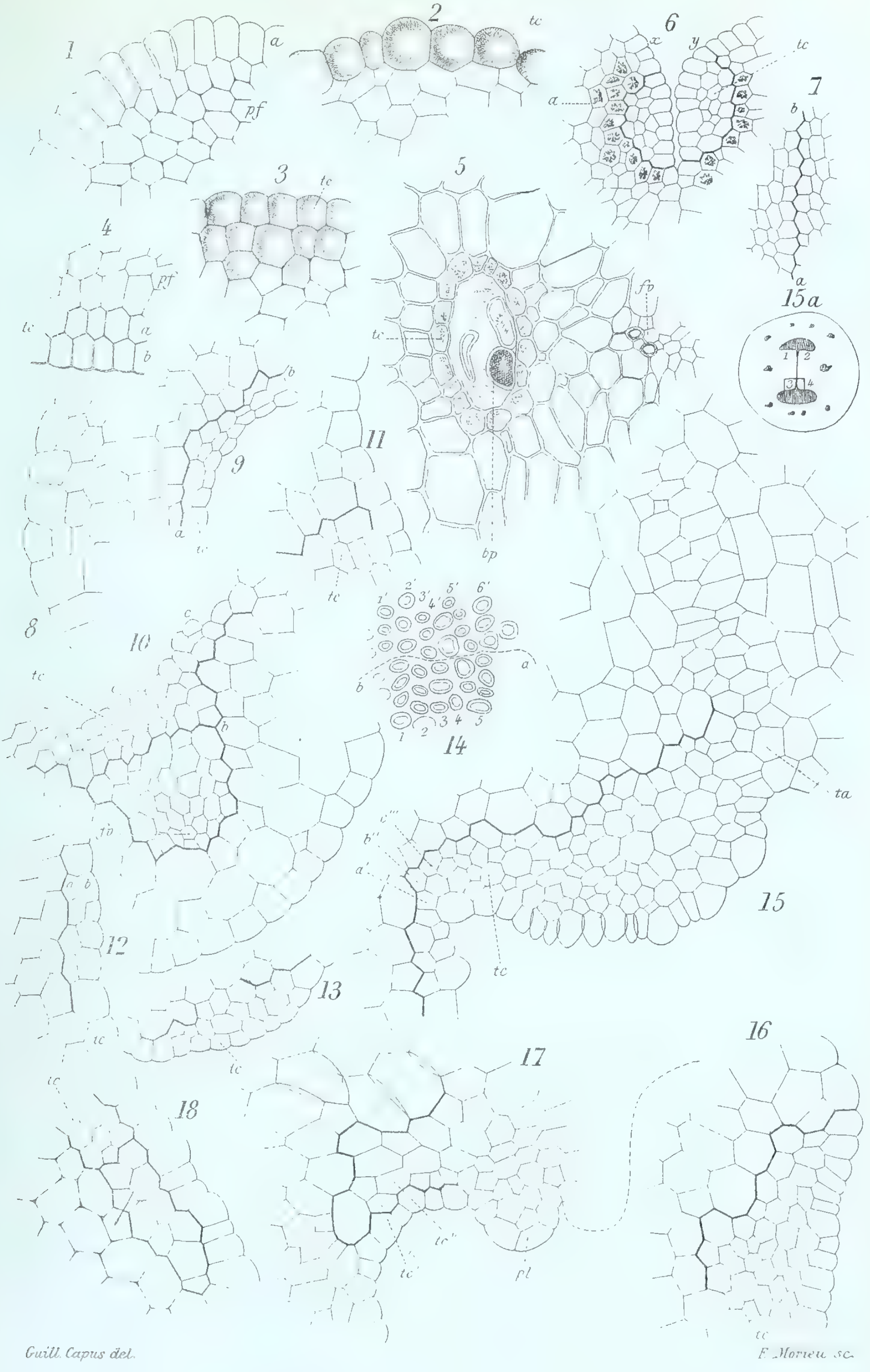
Vesque del.

Lagesse sc.

Stylidium adnatum.

Imp. A. Salmon, r. Vieille Estrapade, 15, Paris.

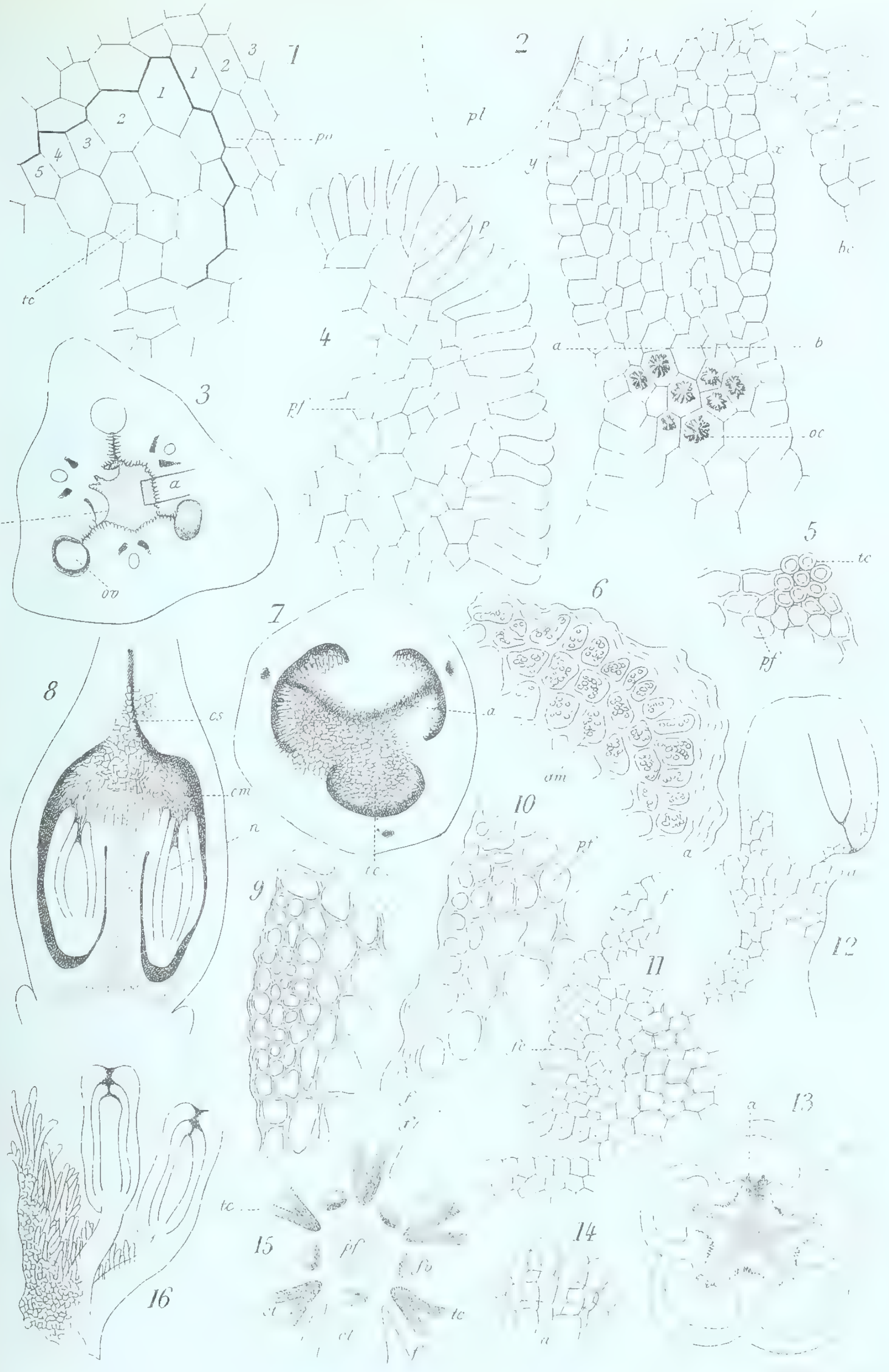
BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY


1
a
pf
2
tc
6
x
y
tc
a
7
b
a
3
tc
4
pf
tc
a
b
5
tc
fv
bp
15a
1
2
3
4
9
b
a
tc
11
tc
14
1'
2'
3'
4'
5'
6'
a
b
1
2
3
4
5
8
tc
10
c
b
fv
a
b
12
13
tc
tc
c'''
b''
a'
tc
ta
15
16
tc
17
tc''
tc'
pl
18
tc

Guill. Capus del.
E. Morieu sc.

Formation du tissu conducteur.

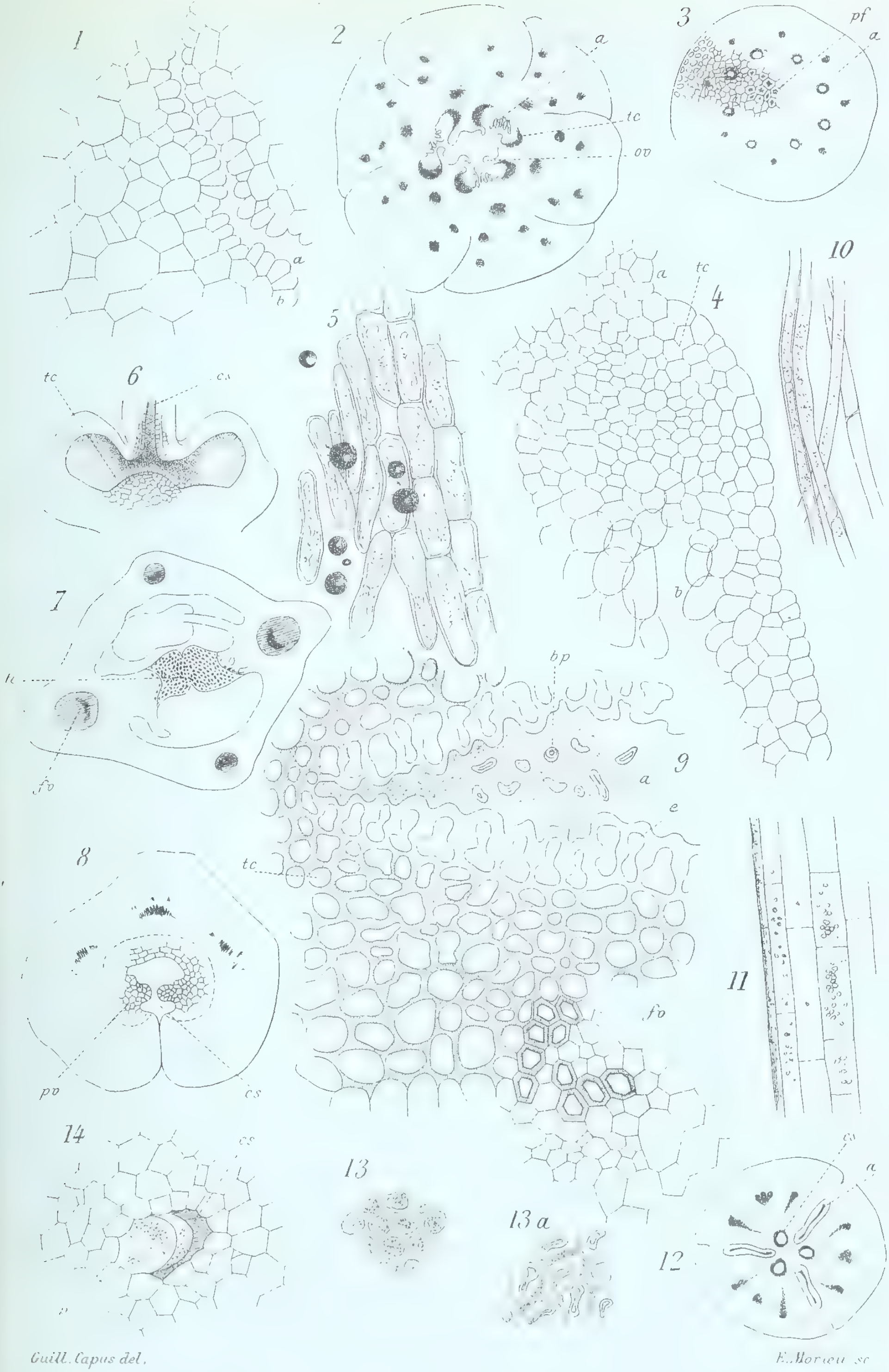
Imp. Becquet, r. des Noyers 37. Paris.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
po
tc
pl
y
p
x
hc
a
b
oc
pf
f
ov
cs
cm
n
am
pt
fo

Guill. Capus del.

Tissu conducteur dans l'ovaire.

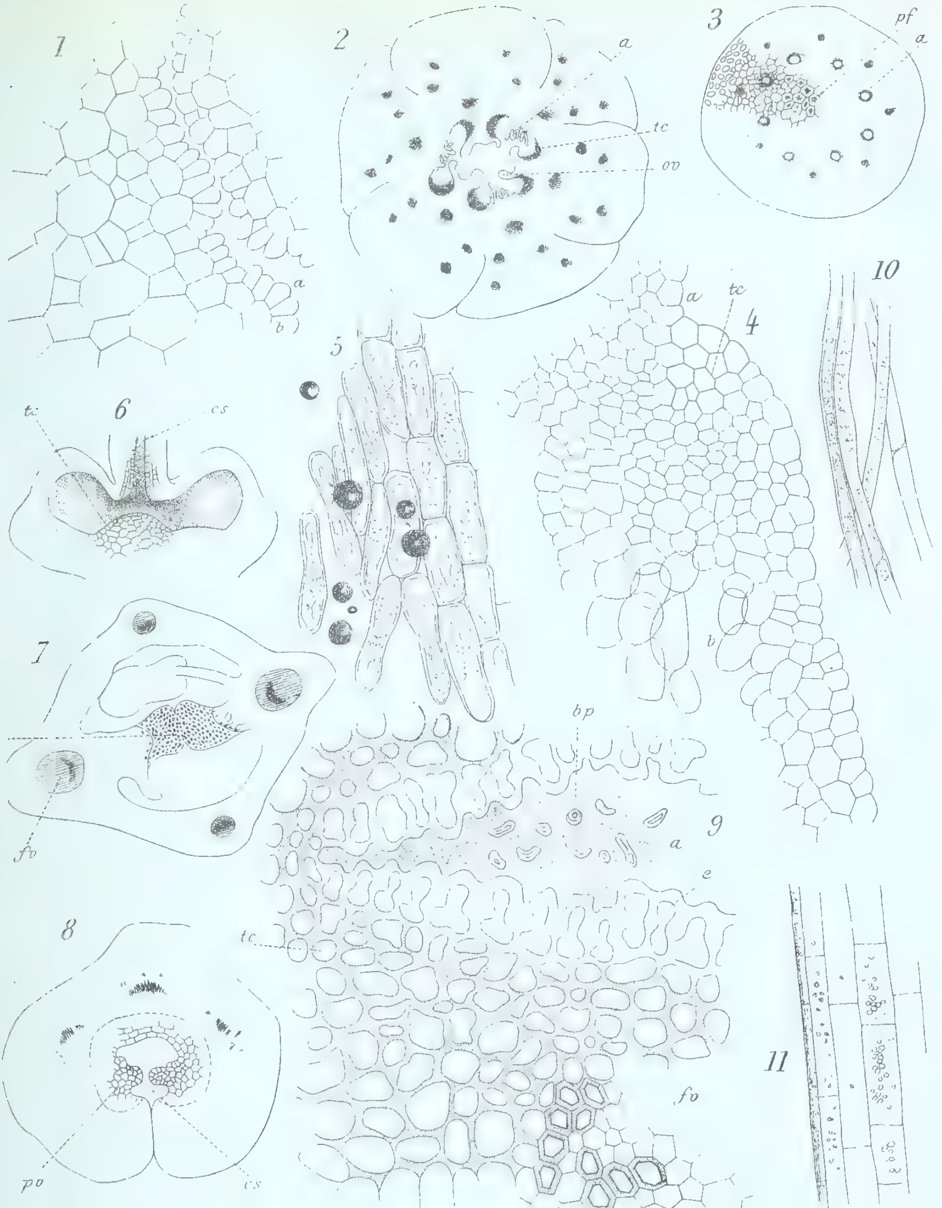
Imp. Becquet, r. des Noyers 37, Paris


1
a
b
2
a
tc
ov
3
pf
a
4
a
tc
b
10
5
6
tc
cs
7
tc
fv
9
bp
a
e
tc
fv
8
pv
cs
11
14
cs
13
13 a
12
cs
a

Guill. Capus del. E. Morieu sc.

Tissu conducteur dans le style.

Imp. Becquet, r. des Noyers 37, Paris.


1
a
b
2
a
tc
ov
3
pf
a
4
a
tc
b
5
6
tc
cs
7
tc
fv
8
po
cs
9
bp
a
e
tc
fv
10
11
12
cs
a
13
13 a
14
cs
b

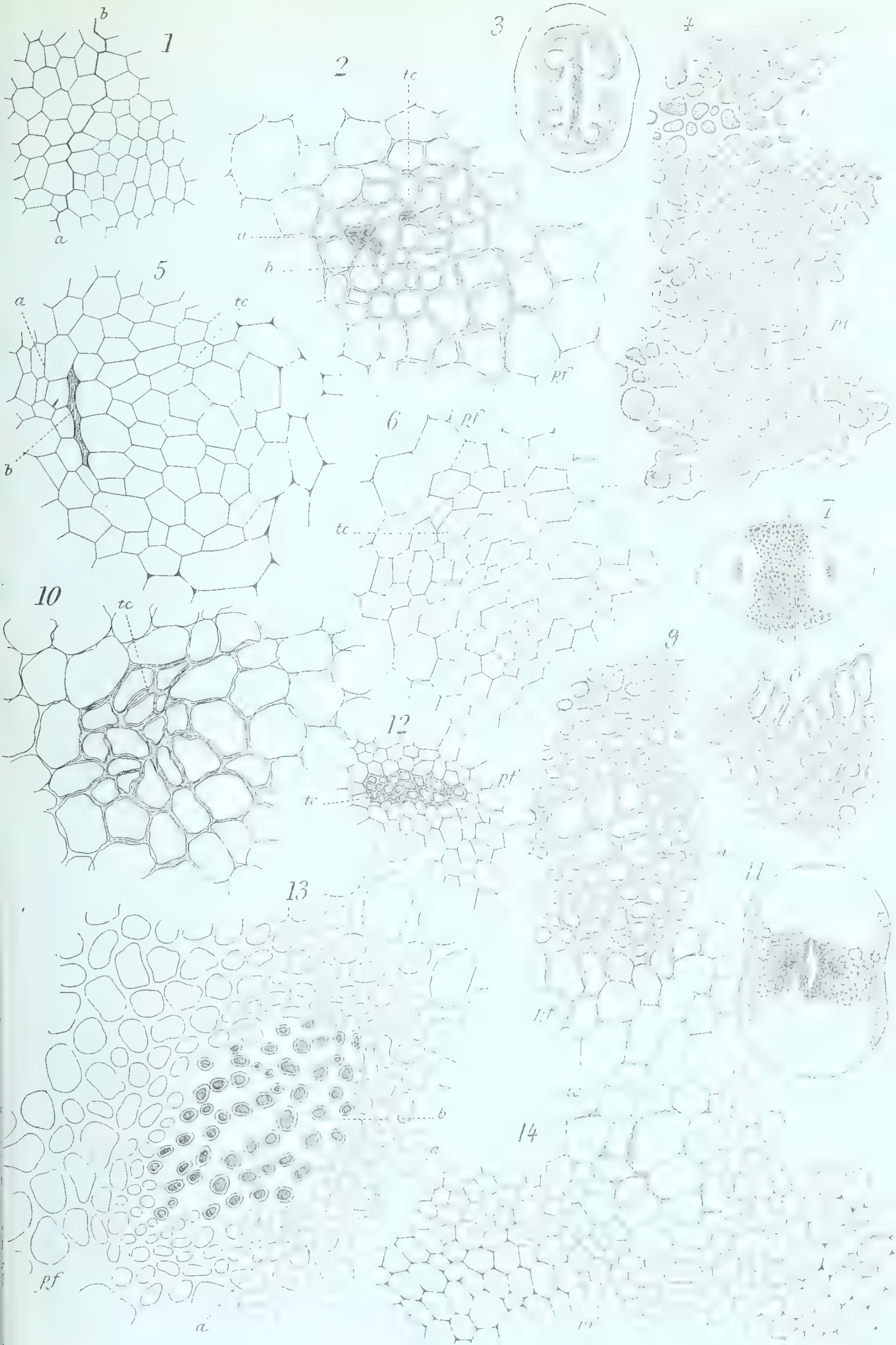
Guill. Capus del.

E. Morieu sc.

Tissu conducteur dans le style.

Imp. Becquet r. des Noyers 37 Paris

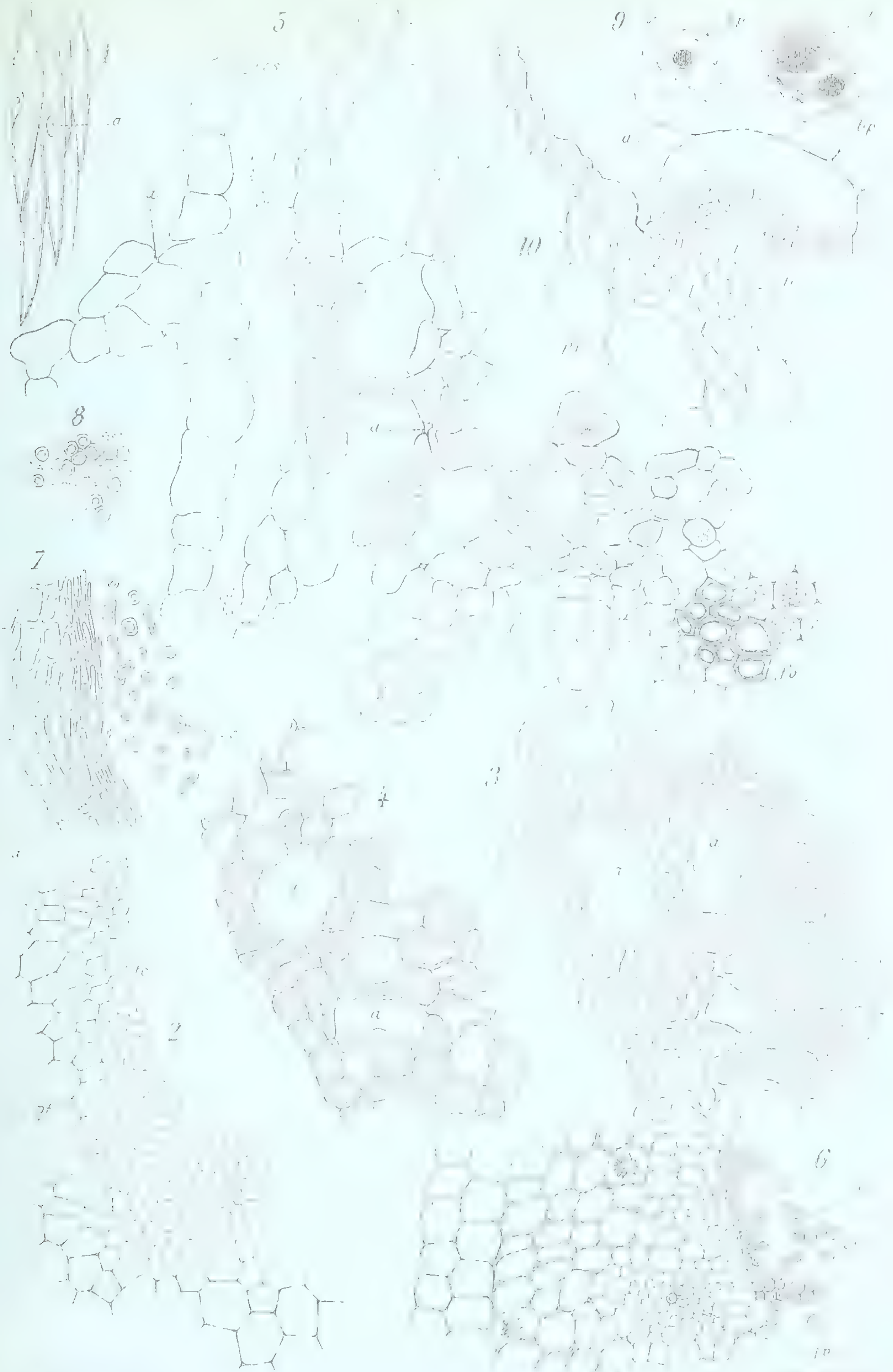
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


1
a
b
2
tc
a
b
pf
3
4
5
a
b
tc
6
pf
tc
7
9
10
tc
11
12
pf
tc
13
b
a
pf
14

Guill. Capus del

Formation du tissu conducteur plein.

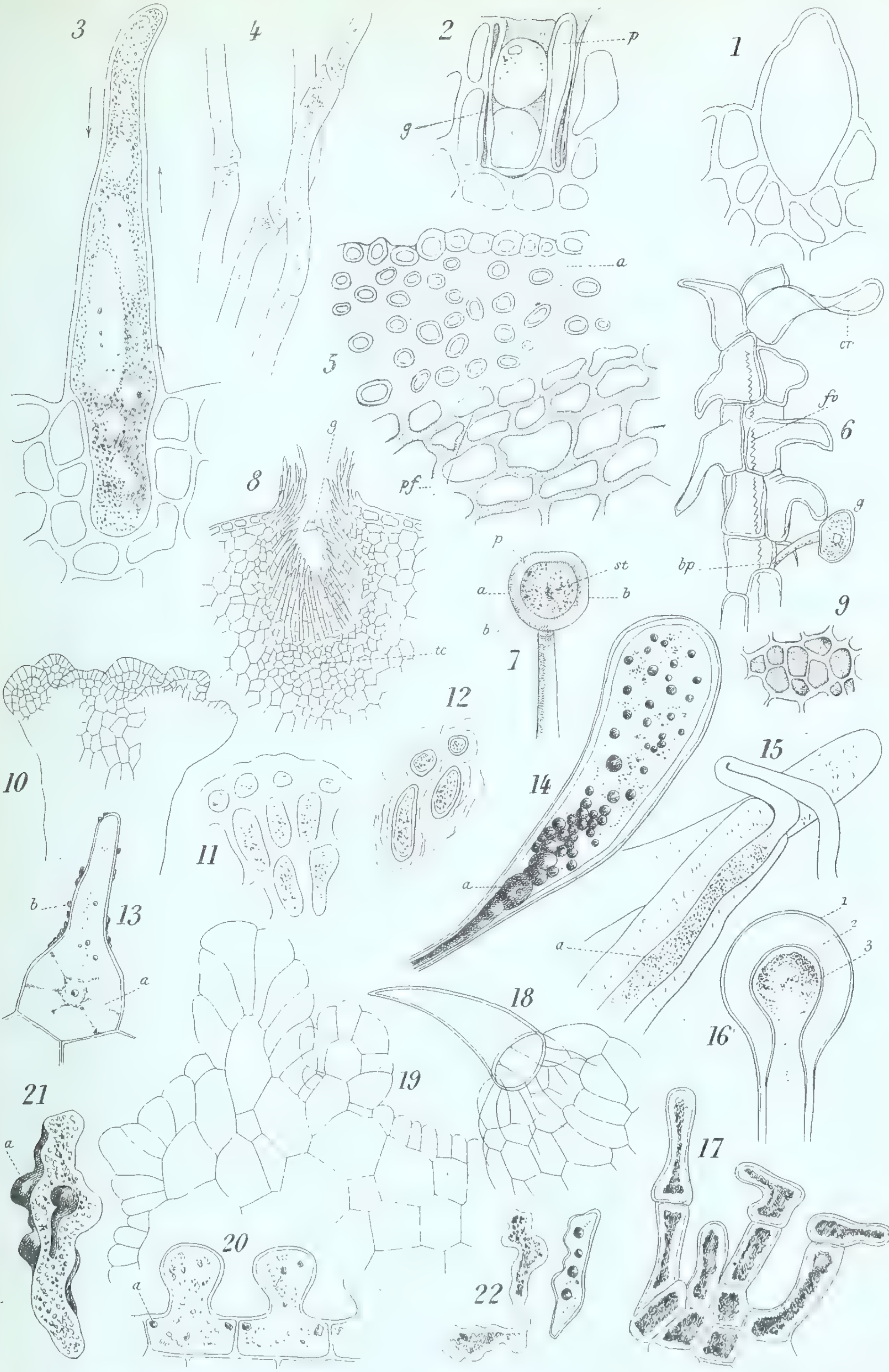
Imp. Becquet, r. des Noyers 37, Paris


5
9
10
8
7
4
3
2
6
a

Cuil. apud del.

Dissociation du tissu conducteur dans le style.

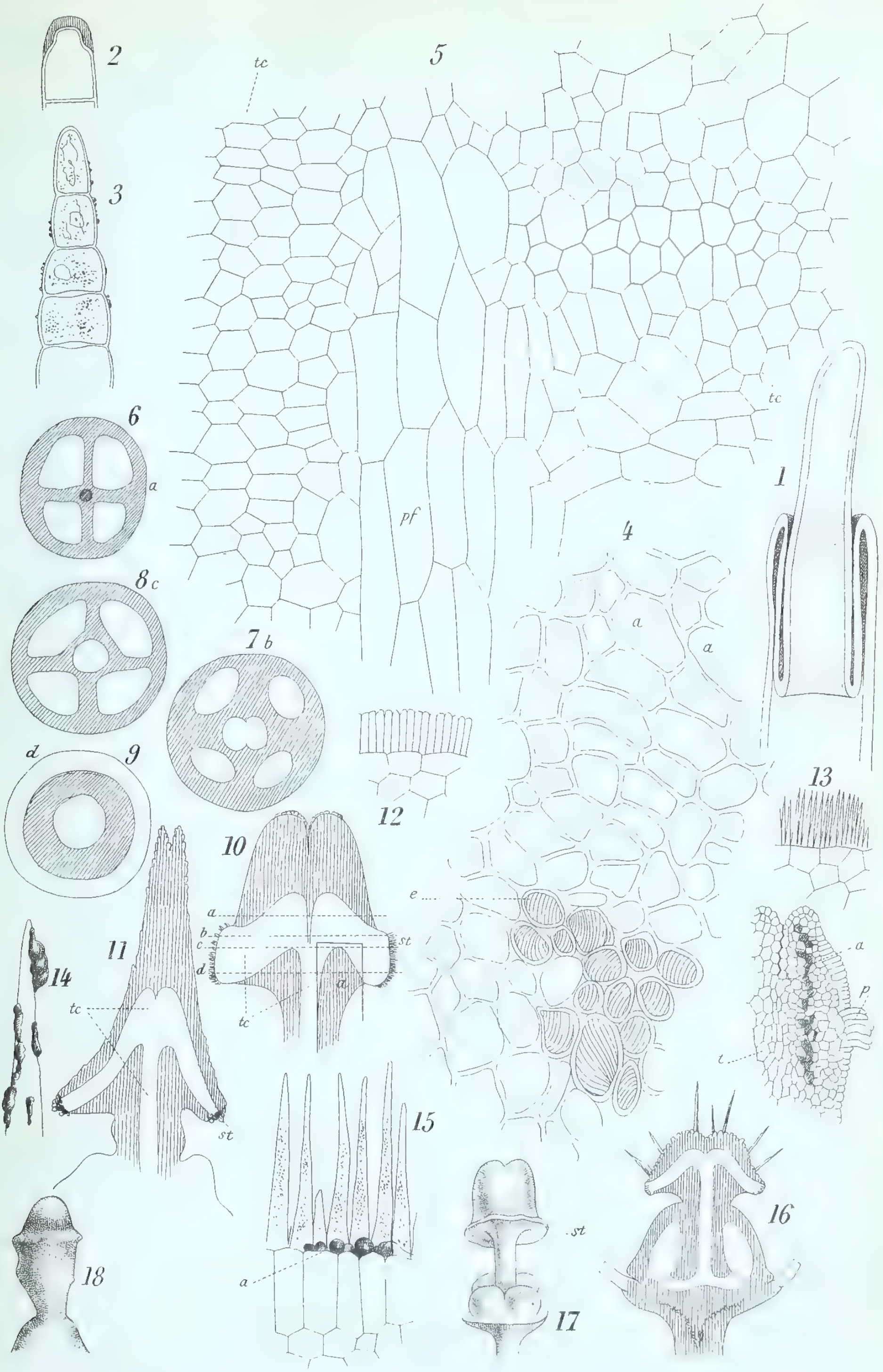
Imp. Becque


3
4
2
p
g
1
a
5
cr
fv
6
pf
8
g
tc
g
bp
p
st
a
b
b
7
9
10
12
11
15
14
a
b
13
a
a
1
2
3
16
18
19
21
a
17
20
a
22

Guill. Capus del   E. Morieu sc.

Papilles stigmatiques.

Imp. Becquet r. des Noyers 37 Paris


2
3
tc
5
tc
pf
1
6
a
4
a
a
8 c
7 b
d
9
12
13
10
a
b
c
d
st
a
tc
e
a
p
t
14
11
tc
st
15
a
16
st
17
18

Guill. Capus del. E. Moriew sc.

Tissu conducteur des Heliotropium, Apocynum, etc.

Imp. Becquet r. des Noyers 37. Paris.